Digitized by Google

11/5/337

NUOVI PRINCIPJ

DI

FISIOLOGIA VEGETALE

APPLICATI ALL'AGRICOLTURA

Digitized by Google

Digitized by Google

NUOVI PRINCIPJ

DI

FISIOLOGIA VEGETALE

APPLICATI

ALL'AGRICOLTURA

ED ESPOSTI

DA GAETANO CANTONI

DOTTORE IN MEDICINA

11/5/337

Il n'existe point deux physiologies, l'une animale et l'autre végétale, entre lesquelles il soit possible d'établir un ligne de démarcation. La science de la vie est une, et l'on ne peut que perdre de précieux secours en isolant les unes des autres les diverses parties qui la composent; car c'est par le rapprochement des faits que la science devient féconde.

Dutrochet.

BIBLIOTECA NAZIONALE FIRENZE

MILANO

TIPOGRAFIA DEL DOTTOR FRANCESCO VALLARDI

Contrada s. Margherita n. 5.

LUGLIO 1860.

Digitized by Google

Digitized by Google

PREFAZIONE

La prima edizione di questa Memoria era incompleta: in essa mancava lo sviluppo dell'ultimo corollario, cioè che l'umor nutritivo o plastico nelle piante è l'ascendente o non il discendente. — Ciononpertanto essendo già da me sconvolto gran parte dell'edificio fisiologico vegetale, prima di condur a termine il lavoro, volli sentire il giudizio della stampa scientifica, che m'aspettava severo. Con mia somma sorpresa esso fu indulgente; e si ritenne quella memoria meritevole d'esser letta. — La tolleranza mi diede animo. Rifeci ed ampliai quanto aveva già pubblicato, e vi aggiunsi, quanto mi parve opportuno a sostenere l'ultima conseguenza. Con ciò quell'edificio fisiologico sarebbe completamente rovesciato e ricostruito. — Io non pretendo imporre le mie opinioni. Mio solo desiderio è che la presente Memoria venga esaminata. Se i miei ragionamenti non meritano una discussione od una confutazione, la meritano certamente i fatti che li appoggiano.

DOTTOR GAETANO CANTONI.

Milano 25 giugno, 1860.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTRODUZIONE

> Il n'existe point deux physiologies, l'une animale et l'autre végétale, entre lesquelles il soit possible d'établir un ligne de démarcation. La science de la vie est une, et l'on ne peut que perdre de précieux secours en isolant les unes des autres les diverses parties qui la composent; car c'est par le rapprochement des faits que la science devien féconde.
>
> DI TROCHET.

Se v'ha un fenomeno nella fisiologia organica che possa servire alla spiegazione di quasi tutti gli altri, certamente è quello della nutrizione. — Ma questo fenomeno cominciò ad essere studiato sperimentalmente soltanto verso la fine del secolo scorso, in seguito ai progressi della chimica.

Ora non è mia intenzione quella di trattenervi sopra gli errori invalsi nella fisiologia animale avanti questa epoca, dovuti alla inesatta o poca diffusa cognizione dell'anatomia, ed all'assoluta ignoranza della composizione chimica dei diversi organi costituenti il corpo umano, e delle diverse sostanze alimentari. Solo dirò che meglio non erano conosciuti i fenomeni fisiologici vegetali. Il seme era destinato a riprodurre la pianta, l'aria e l'acqua ad alimentarla, e la terra a sostenerla e man-

tenerla in bilico contro la furia dei venti. Si diceva questo è un terreno buono, e quest'altro no; questo è da frumento, quello da segale, quell'altro da bosco, da prato, da vigna, ecc.; si argomentava dall'effetto che, per lunga esperienza, erasi osservato nelle varie piante coltivate, ma non si andava più in là. La concimazione, la quale variava nei suoi effetti secondo le varie materie a tal'uopo adoperate, o secondo le piante coltivate, non era meglio spiegata. Dicevasi, come assioma sperimentale, il tal concime fa bene alla tal pianta, ed il tal'altro alla tal'altra. Tutta la fiducia era riposta negli ingrassi animali e specialmente in quelli da stalla: i concimi inorganici erano adoperati alla cieca, o trascurati affatto. La rotazione, o successione naturale ed artificiale delle piante sullo stesso spazio di terreno, teneva per unica base una lunghissima sperienza; variava secondo le località; era sancita e comandata dall'abitudine, ma non era spiegata. Chi avesse domandato agli avi nostri perchè un terreno coltivato sempre colla stessa pianta diminuisca mano mano di prodotto, mentre, cambiandosi il genere della pianta, si può avere ancora un buon risultato, certamente avrebbe sentito rispondersi vaghe ed insufficienti supposizioni di simpatie e di antipatie fra le varie piante, o di stanchezza del terreno a dar sempre lo stesso prodotto. — Sol verso la fine dello scorso secolo si credette d'aver trovata la spiegazione, dicendo che gli escrementi d'una pianta erano dannosi alla pianta istessa, quando venisse nuovamente coltivata sullo stesso spazio di terreno, laddove potevano tornar utili alla vegetazione d'una pianta di genere diverso. Ma coll'incominciare del secolo presente, e coi successivi progressi, la chimica, col mezzo delle analisi, ci mostrò l'intima composizione dei terreni e le differenze dei loro componenti; pose in chiaro come le piante non vivessero soltanto di aria e di acqua, ma eziandio di sostanze

inorganiche, non già create da loro stesse, ma levate dal suolo. Le ceneri, che le piante abbandonavano per mezzo della combustione, rappresentare la quantità di questi materiali inorganici; i quali poi, pel numero, qualità e proporzioni, variavano da pianta a pianta, indicando con ciò un diverso bisogno. — Da tali semplici premesse risultava dunque evidente che, non essendo tutti i terreni dell'egual composizione, non tutte le piante potevano egualmente prosperarvi; e che una data coltivazione, ripetuta sullo stesso spazio di terreno, doveva più o meno prontamente esaurirlo di quei materiali inorganici che gli erano specialmente necessarj, lasciandovene altri, utili od indispensabili alla coltivazione d'una pianta diversa. Gli stessi principj diedero ragione dei diversi effetti della concimazione, a norma delle diverse sostanze adoperate, o delle diverse piante concimate, avendo essa per effetto il riparare le perdite fatte dal terreno, ed il fornirlo delle sostanze utili e speciali per ciascuna coltivazione. D'onde l'importanza dei concimi inorganici quasi finora sconosciuta.

Ecco pertanto ridotta al grado di scienza esatta l'agricoltura, la quale aveva sempre vagato nell'incerto, e largamente pagato una lunga sperienza, coi fallati prodotti o colle spese senza frutto. Ora la base è più complessa, ma è più sicura per chi l'abbia una volta conosciuta. Esattamente ora si spiegano gli effetti della rotazione, e della concimazione, conoscendosi l'intima composizione dei terreni e delle piante. — Appropriare le piante al terreno, o fornir questo artificialmente delle sostanze che quelle richiedono. Far succedere a piante che esigono alcune sostanze, piante che ne esigano di diverse, lasciando tempo al terreno di preparare nuovi materiali in sostituzione di quelli che furono levati, ecco le principali norme della concimazione e della rotazione.

§ 1. — Come finora sia spiegata la nutrizione vegetale.

Ma un fenomeno venne finora esaminato soltanto nell'effetto ultimo; e questo è il modo col quale vengono dalle piante assimilate le sostanze atmosferiche e terrestri; vale a dire che non si è ancor bene intesa la nutrizione, ossia la vera maniera colla quale funzionano le radici e le foglie. — Leggasi pure, a tale riguardo, qualunque scritto di fisiologia vegetale, e si vedrà che la nutrizione delle piante è spiegata press' a poco come segue. — Le foglie, ne' vegetali, fanno l'ufficio dei polmoni negli animali, servono cioè alla respirazione, assorbendo l'acido carbonico dell'atmosfera come, negli animali, i polmoni assorbono l'ossigeno. — L'Acido carbonico assorbito viene scomposto nel tessuto delle foglie, le quali rimandano l'ossigeno e trattengono il carbonio a profitto dell'organismo vegetale. — L'idrogeno e l'ossigeno vengono somministrati dall'umidità. L'azoto l'avrebbero da quello dell'aria, previamente combinato ai materiali terrestri. — Fin qui per le sostanze gasose ed atmosferiche. — Le sostanze inorganiche vengono disciolte dall'umidità terrestre, e sono, dalle radici, assorbite in istato di soluzione. Questa soluzione di sostanze nutritive sale per gli strati del giovane legno, col nome di succhio o linfa ascendente; si porta all'estremità dei rami, e penetra nella sostanza parenchimatosa delle foglie. Colà, per mezzo degli stomi, si mette in contatto degli agenti atmosferici, perde parte dell'acqua, presentando un fenomeno di traspirazione; si modifica, si elabora, ed acquista facoltà formativa, o plastica. Così ridotta la primitiva soluzione, col

nome di Cambio, succhio o linfa discendente, ritorna in basso verso le radici, passando fra il libro e l'alburno, al disotto della corteccia. Le forze che mantengono questa circolazione dal basso in alto, e dall'alto in basso, sono: l'assorbimento del liquido per opera delle spugnette che stanno alle estreme radici; la capillarità dei tessuti; il dilatarsi del liquido assorbito nel passare dalla terra in un mezzo più caldo; l'espansione dei gas producentisi nel solidificarsi del succhio; e sopratutto il movimento d'endosmosi e d'esosmosi del liquido per le cellule vegetali, ajutato dalla traspirazione che si fa per mezzo delle foglie e della corteccia.

Così si spiega non solo l'ascesa del liquido dalle radici verso le foglie, ma eziandio la discesa del succhio dalle foglie verso le radici; poichè il movimento d'endosmosi si fa nella direzione del liquido meno denso verso quello più denso; cioè, dapprima dal basso in alto, perchè il succhio appena assorbito riesce il più acquoso; indi dall'alto al basso, perchè la traspirazione rende il succhio discendente sempre più denso quanto più lo si considera verso le radici. La pianta s'inalza ed aumenta di volume per sòvrapposizione di strati di succhio discendente, o cambio organizzatosi al disopra dell'alburno precedente.

Non voglio però tacere che sul modo di circolazione del succhio, e su quello col quale i vegetali aumentano di diametro, i fisiologi non sono ancora perfettamente d'accordo; ma, quanto vi esposi è il metodo più comune di considerare la circolazione, e l'opinione contraria di alcuni verte soltanto sopra cose accessorie. Tutti però sono d'accordo sopra i seguenti principali punti, cioè:

Le piante, per le radici, assorbono dal terreno i materiali nutritivi in istato di soluzione.

Le foglie funzionano come i polmoni negli animali; cioè respirano, assorbendo il gas acido carbonico atmosferico, che decompongono immediatamente, appropriandosi il carbonio ed eliminando l'ossigeno.

Le foglie, colla traspirazione, facilitano l'ascensione del succhio carico di materiali nutritivi; e questo succhio, giunto nel loro parenchima, viene modificato od elaborato dagli stomi che lo mettono in contatto degli agenti atmosferici.

Per questa modificazione, il succhio, fattosi plastico o nutritivo, prende il nome di cambio o succhio discendente, ed è quello che aumenta e ripara l'organismo vegetale.

I vegetali (specialmente dicotiledoni) aumentano per sovrapposizione di cambio organizzato e solidificantesi, non già per intuscezione.

§ 2. — Di una opinione esposta da Justus Liebig.

Nel 1857, venne da Justus Liebig esposto un dubbio sopra la maniera finora accolta del funzionare delle radici; e questo semplice dubbio varrebbe, secondo me, se non a confutare gli effetti ultimi e pratici, almeno a demolire quasi tutto l'attuale edificio fisiologico. Delle parole del Liebig pochi se ne occuparono, e questi quasi tutti Italiani: i più vi passarono oltre con una specie di sprezzo, pel timore di dover rinunziare alle già radicate opinioni. Non credo quindi inopportuno il ripetere brevemente quanto la Gazzetta Universale d'Augusta riportava nel num. 215, 21 giugno 1857. In quell'articolo, il Liebig, dopo d'aver mostrata l'importanza di rendere al terreno quei materiali (gli inorganici od incombustibili) ch'esso soltanto può somministrare alle piante, mentre agli organici o combustibili provvede l'umidità e l'aria atmosferica, parla dell'opinione da lui specialmente professata sul modo d'assimilazione dei materiali inorganici.

Credeva dapprima, ci dice, che alle piante si apportasse il nutrimento disciolto nell'acqua piovana mista ad acido carbonico, e

che la maggiore o minor prontezza d'assimilazione dipendesse dalla maggiore o minor solubilità dei materiali in quel veicolo solvente. Aveva pertanto assomigliato una pianta ad una spugna, posta per metà nel terreno umido e per metà nell'aria libera, la quale assorbisse nel terreno l'umidità che perdeva nell'atmosfera. Perciò le soluzioni passassero colle molecole nelle radici, e da queste nell'organismo della pianta che si appropriava il disciolto. Credeva gli alimenti posti a qualche distanza dalle radici poter essere parimenti assimilati, quando il liquido solvente ne li portasse a contatto. Credeva finalmente di poter dire che, se una parte di potassa e mezza parte d'acido fosforico bastavano per un raccolto, una quantità doppia o tripla di questi materiali potesse servire per due o tre raccolti. — Or bene, soggiunge il Liebig, tutto ciò fu un grande errore.

Dall' azione che l' acqua e l'acido carbonico esercitano sulle rocce, aveva dedotta l'azione d'entrambi nella terra arabile, e la deduzione era falsa. Filtrando acqua attraverso terra arabile, nell'acqua filtrata non rinviensi nè potassa, nè silice, nè acido fosforico od ammoniaca in istato di soluzione. La *terra* adunque *non cede alcuna soluzione*, e l'acqua nulla trascina con sè, *tranne che pel dilavamento meccanico*. Che anzi la terra, *non solo non cede, ma trattiene* la potassa, la silice, l'ammoniaca; e, quando si filtrino simili sostanze in soluzione e mescolate coll'acqua di pioggia attraverso la terra coltivabile, nel liquido filtrato più non si riscontrano. Inoltre, i materiali più attivi o più importanti, sono trattenuti con maggior facilità. Così, filtrando pel terreno coltivabile una soluzione di silicato di potassa, la potassa è trattenuta per intiero, e la silice soltanto in parte. Sciogliendo fosfato di calce, preparato di recente, e fosfato di magnesia nell'acqua satura di gas acido carbonico, dopo la filtrazione, nell'acqua non rinviensi più traccia di fosfati. Una soluzione di fosfato di calce nell'acido solforico diluito, o di fosfato di magnesia ed ammoniaca in acqua acidulata d'acido carbonico, filtrata pel terreno, in seguito alla filtrazione, nell'acqua non rinviensi più traccia di fosfati (1). Filtrando una soluzione di sal marino, questo passa all' incontro

(1) Vedi anche § 24, sperienze di P. Thenard.

per intero; filtrando cloruro di potassio, resta il potassio; e ciò perchè la potassa entra nella costituzione di tutte le piante e la soda solo per caso. Solo il solfato e nitrato di soda cedono qualche cosa; laddove i consimili sali di potassa, cedono l'alcali per intero. L'urina, le acque di letamajo, le soluzioni di guano, filtrate per la terra, perdono tutta l'ammoniaca, la potassa e l'acido fosforico (1).

Questa proprietà della terra non ha limite, ma non è eguale in tutte; le terre silicee assorbono e trattengono meno delle altre. Diversa inoltre può essere l'azione verso taluna delle varie sostanze. Un terreno calcare argilloso, ma povero di sostanze organiche, toglie tutto al silicato di potassa: se è ricco di materie organiche trattiene soltanto la potassa.

Il terreno contiene i materiali *indisciolti, ma in uno stato appropriato all'assorbimento per mezzo delle radici, le quali, stringendo direttamente le particelle terrose, ricevono per esse gli alimenti, comunicando loro la solubilità mancante, e l'attitudine ad essere assorbiti.* La superficie terrestre sarebbe adunque destinata a raccogliere e conservare tutte quelle sostanze che sono indispensabili alla vita organica. Questa facoltà assorbente del terreno ci spiega in qual modo alcuni terreni si mantengano fertili, quantunque posti in condizioni sfavorevoli, cioè a sottosuolo assai permeabile.

Se le piante, in forza dell'evaporazione delle foglie, *traessero i loro alimenti dalle soluzioni* che trovano nel terreno, dovrebbero prendere ed assimilarsi tutto quanto trovano disciolto (2), l'alimentazione sarebbe affatto dipendente dalle circostanze esterne, e *verrebbe ad essere esclusa ogni scelta.* È pertanto probabile che le piante prendano direttamente il nutrimento dalle particelle del terreno in contatto coi succhiatoj delle radici, e che esse *muojano quando il nutrimento giunge loro in istato di soluzione* (3). Certo è però che la pianta nell' ingestione dei materiali utili deve concorrervi coll'evaporazione per mezzo delle foglie; mentre il

(1) Vedi § 16, sperienze Malaguti, ecc.
(2) Vedi § 25, sperienze Bouchardat.
(3) Vedi § 15, sperienze Bouchardat.

Digitized by Google

terreno manterrebbe la sorveglianza acciò non s'introducano materiali dannosi. *Il terreno, nulla cedendo all'acqua, deve concorrervi per un'intima cagione operante nelle radici,* e questa cagione e questo suo modo di agire meritano d'essere studiati.

Piante da orto, levate colle loro radici intatte, se facciansi vegetare entro una tintura azzurra di lacca muffa, la colorano in rosso: dunque *le radici emettono un acido.* La tintura così arrossata ridiviene azzurra colla bolitura: quindi, *l'acido è il carbonico.*

§ 3. — **Conseguenze del dubbio esposto.**

Tale è la ritrattazione del Liebig, tale l'esposizione del dubbio sul modo col quale vengono assorbiti od introdotti nell'organismo vegetale i materiali terrestri nutritivi. Le conseguenze naturali di questo nuovo modo di considerare l'azione reciproca del terreno e delle radici, sono :

1.° Che le foglie assorbono e non decompongono l'acido carbonico.

2.° Che finora si confuse assorbimento con assimilazione.

3.° Che la scelta e l'elaborazione dei materiali nutritivi viene fatta dalle radici e non dalle foglie, e che perciò, sono inammissibili le escrezioni.

4.° Che l'umor nutritivo dev'essere l'ascendente e non il discendente.

Queste conseguenze sembreranno azzardate, perchè in contraddizione con quanto finora asseriscono concordemente tutti i naturalisti. Quindi, se per sostenerle non posso valermi delle asserzioni o dei ragionamenti dei fisiologi, mi varrò dei fatti da loro stessi citati, e di quelli che più in grande e più evidentemente ci presta la natura. Il fenomeno ultimo, ossia il risultato dei fenomeni vegetativi finora non ha variato, e mi varrò di questo per indagarne le cause.

§ 4. — Se le foglie decompongono l'acido carbonico non sono paragonabili ai polmoni degli animali.

Intanto si può dire che il modo d'agire, finora attribuito alle foglie, a torto paragonerebbesi a quello dei polmoni negli animali, perchè alle foglie si dà non solo la facoltà di assorbire, ma eziandio di scomporre un gas levato della miscela atmosferica; e perchè si diede loro per dippiù l'ufficio di organo dirigente, incaricandole dell'elaborazione del sugo nutritivo.

Potrebbe opporsi non essere necessario che i fenomeni fisiologici vegetali siano affatto identici a quelli degli animali di un ordine superiore, sia nella quantità, sia nel modo di manifestarsi e di agire: e che la respirazione e la digestione nei vegetali può benissimo avvenire col mezzo d'un solo organo. Ma tutto ciò non è consentaneo all'unità di piano che domina in ogni formazione e fenomeno organico, ad onta della diversità di forma e modo di manifestarsi, dovuto alla speciale condizione nella quale vive ciascun essere. E finalmente sarebbe contrario al fatto. — Perciò non può dirsi diverso il sistema respiratorio d'un mammifero da quello d'un pesce. I pesci, obbligati a respirare quel poco d'aria che trovasi nell'acqua, debbono avere i polmoni esterni ed in contatto con essa, poichè, se li avessero interni come i mammiferi, sarebbero obbligati ad introdurre ed espellere una quantità straordinaria di liquido per ottenere abbastanza aria od ossigeno con che respirare. Avendo polmoni esterni, la loro superficie riesce in contatto con una quantità d'acqua rinnovata dal continuo movimento dell'animale e dell'acqua stessa, ed assorbono l'ossigeno senza bisogno di inspirazione e di espirazione. Le diverse con-

Digitized by Google

dizioni in cui vivono queste diverse specie di animali, producono la diversa posizione dei polmoni ed una differenza nel modo di manifestare la loro funzione, ma non alterano punto il processo della respirazione.

Pertanto, ad onta della diversa struttura e disposizione, non che dei diversi principj assorbiti, io rassomiglio le foglie dei vegetali ai polmoni degli animali acquatici, sembrandomi per tal modo di poter meglio spiegare i fenomeni fisiologici vegetali.

§ 5. — Le foglie assorbono e non decompongono l'acido carbonico.

Cominciamo ad esaminare l' ufficio delle foglie. — Dicono i fisiologi che le foglie assorbono e decompongono l'acido carbonico, trattenendo il carbonio e restituendo l'ossigeno all'aria. — I polmoni negli animali, per mezzo dell' inspirazione, assorbono invece l'ossigeno atmosferico; questo ossigeno passa nella circolazione sanguigna arteriosa assieme colle materie assimilate, portandosi fin dove questa, anastomizzandosi in sottilissimi vasellini, serve all'aumento o riparazione dei varj organi, cioè dove esercita una vera azione chimica, ossidando il carbonio superfluo. Avvenuta questa ossidazione, l'acido carbonico formatosi, per mezzo del sistema venoso, vien tradotto ai polmoni, da dove sfugge per le cellule polmonari durante l'espirazione. L'azione chimica di nutrizione, e la combustione del carbonio o formazione di acido carbonico, sono un'operazione interna operata dal tessuto degli organi e dagli estremi vasi arteriosi, ed è quella che svolge e mantiene il calore per tutto l'organismo animale. Se la combustione avvenisse nei polmoni, per mezzo dell'ossigeno atmosferico inspirato sul carbonio portatovi dal sangue venoso, assai considerevole do-

vrebbe essere il calore sviluppantesi in questi organi, confrontato con quello delle altre parti del corpo. Ma non è così, ed i polmoni non presentano maggior calore di quello che può svilupparsi per effetto dei vasi capillari incaricati della loro riparazione. I polmoni adunque assorbono semplicemente l'ossigeno dalla miscela atmosferica senza esercitare alcuna azione chimica, ed il calore dell'aria espirata è dovuto all'ambiente dal quale deriva, e non già ad un'azione chimica.

All'incontro, secondo i fisiologi, le foglie sarebbero dotate della facoltà non solo di assorbire acido carbonico, ma eziandio di quella di decomporlo, esercitando una vera azione chimica; e stando alla quantità d'ossigeno espirato, senza per ora esaminare da qual parte possa venire, avrebbero una grande ed estesa azione, capace di fornire un notevole inalzamento di temperatura, riconoscibile in molteplici circostanze. Ma questo inalzamento di temperatura, o fu inavvertito finora, o nessuno potè riscontrarlo.

Se poi le foglie decomponessero l'acido carbonico atmosferico, dovrebbero sviluppare una quantità d'ossigeno corrispondente alla quantità di carbonio assimilato, il che non avviene; come non avviene per l'acido carbonico negli animali, nei quali, questo gas, non corrisponde esattamente alla quantità d'ossigeno inspirato e necessario alla formazione dell'acido carbonico.

L'acido carbonico espirato dagli animali è minore del 15 per 0/0 di quanto dovrebbe essere nel caso che la combustione del carbonio succedesse nei polmoni per mezzo dell'ossigeno inspirato. Una quantità maggiore dell'ordinario viene espirata quando nell'alimentazione animale siavi sovrabbondanza di materie vegetali amilacee, dolci, od alcooliche; ed allorquando maggiore sia l'alimentazione, nel caso d'aumento o di forte riparazione dell'organismo; e ciò, perchè, in simili circostanze, mag-

giore è la quantità di carbonio abbandonato come inutile. — D'altra parte, negli individui vecchi, gracili, ammalati, deperenti, i quali prendono poco o nessuno alimento, che poco o nulla s'assimilano degli alimenti presi, minore è la quantità d'acido carbonico esalato. Per il che può dirsi essere l' assorbimento dell'ossigeno proporzionale alla nutrizione, aumentando o diminuendo a norma dell' aumentare o del diminuire di quella, e della qualità delle sostanze ingeste.

Nè diversamente succede ne' vegetali. Le foglie non sviluppano una quantità d' ossigeno corrispondente a quella dell'acido carbonico assimilato; più spesso è maggiore, e talvolta esalano ben anco acido carbonico. Le sperienze, finora adotte per provare la scomposizione chimica dell' acido carbonico, provano soltanto che le foglie l'assorbono, emettendo ossigeno. — Ponete, si dice, una pianta in vaso sotto ad una campana di vetro, ove penetri la luce, e nella quale, l'aria, non essendo rinnovata, debba lasciare una traccia delle modificazioni portate dalla vegetazione, e vedrete che l'aria rinchiusa è privata di tutto l'acido carbonico, mentre in essa vien aumentata la quantità dell'ossigeno. — Ebbene che significa questo? Se al posto d'una pianta, vi si fosse posto sotto un animale, avremmo trovato assorbito l'ossigeno, ed aumentata invece la quantità d' acido carbonico, senza perciò credere che il polmone dell'animale abbia ossidato il carbonio. Senza supporre un'azione chimica, l'animale avrebbe continuato ad emettere acido carbonico finchè potè mantenere la respirazione coll'ossigeno, o finchè abbia avuto carbonio da abbrucciare; indi avrà cessato di vivere. Lo stesso avviene della pianta. Questa assorbirà acido carbonico finchè ve ne sarà nell' aria contenuta sotto la campana, ed eliminerà l'ossigeno proveniente dalla nutrizione. Ma l'ossigeno eliminato dalla pianta non sarà punto in relazione colla quantità d'acido

carbonico assorbito e che si vorrebbe decomposto; come l'acido carbonico eliminato dall'animale non rappresenta esattamente la quantità d'ossigeno inspirato (Vedi Raspail § 1334. Nouveau systéme de Physiologie végétale). Le foglie immerse nell'acqua abbandonano ossigeno ed anche acido carbonico; ma questo non spiega altro che l'eliminazione dell'ossigeno e dell'acido carbonico contenuto; eliminazione che cessa dopo un certo tempo, e che può essere dovuta alla maggior densità del mezzo in cui si trovano le foglie. Anche le foglie, di recente staccate dalla pianta, modificano l'aria contenuta sotto una campana di vetro, ma la loro azione cessa presto, e la diversa proporzione dei gas sotto la campana, è dovuta soltanto ad un resto di vitalità nell' assorbire l' acido carbonico e ad un principio di deperimento nell' eliminazione d' altri gas. Fra questi trovasi non solo l'ossigeno, ma eziandio l'azoto ed un poco d'acido carbonico; e tale fenomeno dura finchè siasi stabilito un equilibrio fra i gas contenuti nell'interno delle foglie e quelli dell'ambiente. Se si fossero poste molte foglie sotto la campana pneumatica, si sarebbe raccolta un'aria a bella prima eguale a quella che si ottenne lasciando in altre circostanze le foglie sotto una campana. In ogni caso dovrebbesi tener conto dell'aria raccolta fra gl'interstizi delle materie organiche (Vedi Raspail. § 1330, 1335, 1336, 1339, 1340, 1347. Opera succitata). Nè devesi poi dar gran peso a sperienze fatte in condizioni anormali; le foglie staccate dalla pianta si possono considerare morte; nè mai, a mio credere in tale stato, funzioneranno come le foglie aderenti alla pianta vegetante. Nessuno vorrebbe desumere l'azione del polmone vivente, da quella che presentasse un pezzo di detto polmone, tolto da un animale appena spento, e posto sotto una campana contenente aria atmosferica. — Inoltre, in presenza di una certa quantità di foglie poste sotto la campana, quando

realmente scomponessero l' acido carbonico dovrebbesi scorgere quel sensibile aumento di temperatura, che mai si verifica. Insomma, la regola che deve servir di guida allo sperimentatore, è quella d'osservare il vegetale mentre vegeta, e mentre ciascuno de' suoi organi funziona normalmente.

§ 6. — Che debbasi pensare dell'acido carbonico esalato dalle foglie durante l'oscurità.

Ma che dirassi della funzione inversa, attribuita alle foglie nell'oscurità, d' esalare acido carbonico?

D' onde, *dice il Pichat,* questa esalazione più che la normale composizione non comporti? » *Il Pichat spiega un tal fenomeno aggiungendo:* Sarà mestieri convenire che mancando la luce, scema o cessa il processo plastico della vegetazione: le spongiole proseguono il loro ufficio di procacciare dal suolo acido carbonico, ed il carbonio di questo acido non trovando luce, mediante la quale comporre la materia verde, viene esalato in ispecie dalle più giovani cellole dell'epidermide o dai loro meati intercellolari. »

Ed altrove.

« La luce agisce di tal guisa che la foglia piglia il carbonio e rigetta l' ossigeno, mentre all' oscuro esala quello, e questo s'appropria. Nelle piante anzi sembra che cessando nella notte la facoltà di espellere l'ossigeno e ritenere il carbonio, le radici rechino nel fusto l' acido carbonico disciolto nell'acqua assorbita, e l'acido stesso rimanga in dissoluzione nel succhio: quest'acqua s'evapora a traverso le foglie, e con essa l'acido carbonico che vi si trovava disciolto. »

Ora io farei al Pichat le seguenti domande:

Come possono le piante esalare acido carbonico, se quello che assorbono per mezzo delle foglie vien decomposto immediatamente?

Come mai le radici possono recare alle parti verdi esalanti l'acido carbonico del terreno, ed assorbito nel terreno, se quest'acido lo si fa servire soltanto a sciogliere i materiali terrestri, e che nel terreno non vi si trova mai in tale abbondanza quale l' esalazione potrebbe farlo supporre?

Nei terreni sprovvisti d' acido carbonico dove prendono le radici quest'acido da esalare durante l'oscurità per le parti verdi?

Per verità, difficile sarebbe l'avere una risposta soddisfacente.

§ 7. — L'acido carbonico assorbito è in relazione colla quantità dei materiali assimilati.

Un'altra analogía, che ha la respirazione vegetale colla respirazione animale, la troviamo in ciò che l'assorbimento dell'acido carbonico è in ragione dell'alimento che le radici possono prendere, aumentando cioè o diminuendo a norma che i materiali nutritivi siano in maggiore o minore quantità. Questo fatto ricevette una conferma dalle recenti sperienze istituite dal Boussingault, allo scopo di mostrare l'influenza dell'azotato di potassa sulla vegetazione (vedi Journal d'Agr. prat. 5 décembre 1858), e che io qui riporto in un breve prospetto. Prese egli due vasi contenenti sabbia bianca quarzosa; vasi e terra furono lavati in molt' acqua per scacciarne i sali solubili, indi tutto fu calcinato al calor rosso. In un vaso pose due semi di girasole (helianthus), aggiungendo 0gr,080 di azotato di potassa (salnitro), ed all' altro 0gr,160: l'umidità venne fornita per mezzo di acqua distillata.

Digitized by Google

	Azotato di Potassa somministrato	Azotato di Potassa assorbito	Giorni di vegetazione	Peso delle piante secche ritenuto i quello de'semi	Acido Carbonico decomposto per giorno
2 piante di girasole dell'altezza l'una di 0m·, 31 l'altra di 0m·, 26 . .	0gr·,080	0gr·,045	89	10,1	Cent. cub. 8,7
2 piante simili dell'altezza l'una di 0m·,43 l'altra di 0m·,23	0gr·,160	0gr·,087	89	18,3	Cent. cub. 17,6

NB. Nell'ultima colonna posi Acido Carbonico decomposto e non assorbito, onde non alterare menomamente quanto venne esposto dal Boussingault.

Le succitate sperienze, a mio parere, dimostrano evidentemente il bisogno di una grande quantità d'acido carbonico, anche nel caso di vegetazione stentata qual'è la riportata, per modo che dovrebbesi rendere sensibile l'azione chimica decomponente delle foglie, quando realmente la compissero. E dimostrano una strettissima relazione fra l'ufficio delle foglie e quello delle radici, cioè che l'assorbimento dell'acido carbonico non fu in proporzione della superficie presentata dalle foglie, ma piuttosto in proporzione della quantità d'alimenti inorganici assimilati.

Inoltre, se l'assorbimento dell'acido carbonico aumenta coll'aumentare dei materiali inorganici terrestri servienti alla nutrizione, possiamo anche riconoscere ch'esso diminuisce quando questi materiali vengano a diminuire; e che cessa quasi interamente allorchè più non esistano materiali, o che intervengano cause perturbatrici dell'assimilazione.

Digitized by Google

Osservate come si comporti una pianta posta ad un tratto a vegetare in sabbia pura, ove non trovi che una minima parte di quanto abbisogna pel proprio nutrimento. Somministrate alle piante sostanze inutili alla loro nutrizione, o che siano in condizioni difficilmente assimilabili, e vedrete le foglie soffrire od anche cadere siccome inutili, non avendo più un motivo da funzionare. Alterate la respirazione, togliendo in parte le foglie; ponete una pianta repentinamente ove non possa ricevere che luce diffusa; collocatela nell'oscurità, o in qualche ambiente freddo, e la nutrizione si troverà più o meno scemata, secondo la maggior o minor quantità di foglie levate, o secondo il maggior o minor grado di oscurità o di freddo. Grande è la differenza di vegetazione che passa fra una pianta cresciuta nelle stanze abitate o nelle serre, ed altra istessa che goda dell'aria libera; come diversa è la vegetazione d'una pianta che cresca in luoghi dominati dai venti e soggetti a forti balzi di temperatura, in confronto di quella che goda di una temperatura quasi uniforme, e d'un'atmosfera tranquilla. In tutti questi casi è la respirazione che viene ad essere modificata, ma è pure la nutrizione che si modifica a seconda di quella.

Lo stesso si verifica negli animali. Quando si diminuisca o si tolga loro interamente il cibo, i polmoni inspirano un' eguale quantità d' aria, ma la respirazione, ossia l' assorbimento dell' ossigeno, diminuisce o cessa affatto. Alterate la digestione per mezzo di sostanze che rendano gli alimenti meno intaccabili dal sugo gastrico, od alterate questo in modo che più non agisca normalmente su di essi, e vedrete immediatamente alterarsi la respirazione e la circolazione sanguigna, come ve lo proverà il freddo che invade il corpo. E questo complesso di sintomi può giungere a tanto da sospendere affatto la respirazione, e produrre l' apoplessia. —

Procurate, in altro modo, che i polmoni più non possano agire normalmente, obbligando l'animale a respirare un'aria meno ricca d'ossigeno o proporzionatamente più ricca d'altro gas inetto alla respirazione, e vedrete immediatamente alterarsi le funzioni digerenti ed assimilatorie, in guisa da produrre disturbi gastrici, macilenze e perfino la morte, mostrando con ciò la stretta relazione e dipendenza che esiste fra questi due fenomeni fisiologici.

Negli animali vecchi, ammalati o deperenti, nei quali il tubo digerente più non elabori, od elabori incompletamente le sostanze nutritive ingeste, avviene che la respirazione, oltre al rallentarsi, in gran parte rivolge la propria azione sui materiali già stati assimilati, e li consumi. La pinguedine e l'adipe scompajono; il tessuto cellulare si assottiglia e si svuota; i muscoli si rendono esili; e perfino le ossa perdono di volume, di consistenza e di peso, finchè la respirazione, non trovando più nè alimenti nuovi, nè materiali già assimilati da elaborare, cessa affatto. Lo stato letargico cui vanno soggetti alcuni animali è pure una prova di quanto si espone.

Fenomeni eguali avvengono ne' vegetali quando depericono e muojono. Le piante deperenti, morte in terra, guaste nelle radici, e munite di poche foglie, danno colla combustione una minor quantità di ceneri e di gas combustibili che non quelle tagliate dal suolo ancor viventi. Le piante verso la maturanza, e quelle le cui radici più non funzionano per una circostanza qualunque, cominciano col diminuire la respirazione, indi elaborano anch'esse i materiali del proprio fusto (*).

(*) Vedi anche § 29.

§. 8. — Le foglie funzionano come i polmoni degli animali, comunicando all'umor discendente la facoltà di nuovamente servire alla nutrizione.

Finora insomma non si ha alcun certo criterio il quale ci porti a ritenere che le foglie decompongano l'acido carbonico assorbito, laddove al contrario molte circostanze ci conducono a credere che le foglie, al pari de' polmoni negli animali, assorbano l'acido carbonico dall'aria, e per la circolazione discendente lo traducano sino alle radici, ove rendano i succhiatoj capaci d'intaccare ed elaborare i materiali nutritivi terrestri, esercitando un'azione analoga a quella che esercita il sugo gastrico sugli alimenti introdotti nello stomaco. L'assorbimento adunque dell'acido carbonico per parte delle foglie costituirebbe una vera inspirazione, cioè un fenomeno che precede la digestione e l'assimilazione; e l'esalazione dell'ossigeno sarebbe un fenomeno susseguente, una vera espirazione d'un materiale eccedente alla nutrizione.

Così essendo, si spiegherà come le foglie, non esercitando un'azione chimica nell'assorbimento dell'acido carbonico, non isviluppino calore; e come quest'assorbimento debba essere in relazione della maggior o minor quantità di materiali terrestri assimilabili, modificandosi reciprocamente queste funzioni coll'alterarsi dell'una o dell'altra. E finalmente, l'esalazione dell'acido carbonico che si fa durante la notte o nell'oscurità non sarebbe altro che l'eliminazione dell'ultima porzione assorbita durante il giorno, la quale diviene inutile, mancando le altre condizioni necessarie perchè eserciti le proprie funzioni nella nutrizione.

Il dottor Zanardini (*) a tale proposito soggiunge:

(*) Relazione del dottor Zanardini sulla Memoria Nuovi Principii, ecc., letta nella seduta del 14 novembre 1859 all'Istituto Veneto.

Digitized by Google

Voi dite che l'esalazione dell'acido carbonico che si fa dalle foglie durante la notte e l'oscurità, non sia altro che l'eliminazione dell'ultima porzione assorbita durante il giorno; ma nella stagione in cui il periodo delle tenebre avanza quello della luce, come l'acido carbonico emesso può considerarsi un residuo, se la di lui quantità supera anzi quella assorbita durante il giorno più breve della notte?

A tale obbiezione si può rispondere che, nell'epoca nella quale la vegetazione incomincia e continua, le notti sono sempre più brevi del giorno, e che quando sull'avanzarsi dell'autunno, il giorno si fa più breve della notte, allora appunto la vegetazione va diminuendo sino a cessare affatto, quando pure in tal epoca non si volesse tener conto dell'influenza principale della temperatura. — Resterebbe inoltre a conoscere se l'assorbimento e l'emmissione dell'acido sia proporzionale soltanto alla durata della luce o dell'oscurità, o se all'incontro entro poche ore di giorno sia possibile, per effetto della temperatura (vedi § 30), un assorbimento tale che ecceda di molto la proporzione dovuta soltanto al tempo.

§ 9. — D'onde l'ossigeno esalato dalle foglie durante il giorno?

Quando si ritenga che le foglie non iscompongano l'acido carbonico, logico è il domandare d'onde l'ossigeno che le foglie esalano durante il giorno? — Per ora lasciate che appena di volo io tocchi simile argomento. Esso, come l'acido carbonico espirato dagli animali, può essere il risultato del processo di nutrizione, e può svilupparsi dall'acqua decomposta durante la nutrizione, o meglio ancora dagli ossidi metallici o materiali inorganici terrestri, decomposti a profitto della vegetazione. E, se così fosse, chiaro apparirà che se

ne debba svolgere una quantità proporzionale alla quantità di materiali elaborati dall'acido carbonico trasmesso dalle foglie alle radici, lasciando sussistere quella relazione approssimativa fra l'acido carbonico assorbito e l'ossigeno esalato, relazione che fece supporre la decomposizione immediata dell'acido carbonico. Il Zanardini a questo punto ci dice:

L'ossigeno esalato di giorno voi lo derivate dal processo di nutrizione, ma nel vostro libro non trovo fatto parola, od almeno non trovo data ragione del come si comporti quello assorbito durante la notte.

A questo risponderei essersi finora constata solo l'emmissione dell'acido carbonico durante l'oscurità, più che l'assorbimento dell'ossigeno; e che se in sperimenti fatti in vasi chiusi, in seguito all'emissione dell'acido carbonico, si trovò nell'ambiente una minor proporzione d'ossigeno, può essere un effetto d'equilibrio di gas e non altro. Finalmente, se fosse provato un assorbimento d'ossigeno durante la notte, non avrebbesi che una spiegazione di più del fenomeno inverso che succede durante il giorno, cioè un equilibrio di gas, od un'emmissione d'ossigeno per un'assorbimento d'acido carbonico.

§ 10. — **Non si deve confondere assorbimento con assimilazione. — Prove.**

Continuiamo intanto ad esaminare i fatti. — Essendosi prestato alle foglie, oltre al potere respiratorio, anche il potere digerente, ossia quello di elaborare i materiali assorbiti dalle radici e trasmessi nel loro parenchima, era di conseguenza che alle radici fosse assegnato l'ufficio di semplici spugne, od organi assorbenti i materiali utili, ridotti previamente nel terreno allo stato di soluzione. L'assorbimento, in qualunque modo spiegato, divenne il

Digitized by Google

perno della nutrizione vegetale, e si confuse assorbimento con assimilazione.

Non è del mio assunto il parlare delle cause fisiche e chimiche le quali determinano l'assorbimento e l'ascensione dei liquidi nell'organismo vegetale. A me, per ora, basta il fatto: questo assorbimento c'è, ed è fatto con forza e rapidità. Innumerevoli sono le sperienze che lo dimostrano; e nessuno le ignora. Quel che a me importa è il mostrare che altro è l'assorbimento ed altro l'assimilazione; e che vi può essere assorbimento senza che vi sia assimilazione o nutrizione.

Nessuno, infatti, vorrà negare che le piante assorbano anche durante la notte, o mantenute costantemente nell'oscurità, finchè questa non ne produca la morte. Nessuno vorrà negare che se ad una pianta si levassero tutte le foglie, questa continuerebbe pur sempre ad assorbire umidità dal terreno. Infatti si possono mantenere per qualche tempo verdi o freschi i mazzi di fiori e i ramicelli la cui parte inferiore peschi nell'acqua. Si può far assorbire molt'acqua, e sostanze in essa disciolte, a piante d'alto fusto appena tagliate e munite delle loro foglie. Si arriva ad imbevere di liquidi colorati legni senza foglie e senza corteccia, purchè tagliati di recente; ed è per assorbimento che si fanno penetrare, nei legni tagliati di fresco, sostanze che valgono a conservarli più a lungo. — In tutti questi casi voi potete assicurarvi dell' assorbimento e dell'introduzione di sostanze estranee, esercitanti anche le rispettive loro azioni chimiche, ma in nessuno potrete riscontrare la nutrizione. Anzi le cause naturali che tendono solo a favorire l'assorbimento, attivando la traspirazione, quali sono i forti e continuati venti e la secchezza dell'aria, contrariano evidentemente la nutrizione.

§ 11. — L'assimilazione è un fenomeno complesso.

A mio avviso, l'assimilazione ne' vegetali, come negli animali, è compiuta per l'accordo di tre distinte funzioni, cioè dalla respirazione, dalla digestione, e dalla nutrizione od assimilazione propriamente detta. Le foglie inspirano od assorbono l'acido carbonico che va alle radici a far l'ufficio di sugo gastrico; per l'acido carbonico le radici acquistano la facoltà d'intaccare e disciogliere per via immediata i materiali terrestri, e consegnarli all'assorbimento che li traduce nella circolazione, la quale, giunta alle foglie, espira od elimina l'ossigeno ed i gas inutili delle sostanze decomposte. — La forza che determina l'assorbimento e la circolazione, è paragonabile a quella che determina il movimento del sangue negli animali, cioè alle contrazioni alternate del cuore e dei vasi, i quali non esercitano alcuna azione chimica sul liquido che in essi e per essi si muove, precisamente come le forze che determinano l'assorbimento o circolazione ne' vegetali, non hanno azione di sorta sui liquidi posti in movimento.

§ 12. — Se la nutrizione avvenisse per assorbimento, come mai le radici riceveranno le soluzioni de' materiali insolubili?

Ma voglio pur concedere che la nutrizione delle piante sia dovuta all'assorbimento dei materiali nutritivi in istato di soluzione, resta però ancora a sapere come le radici possano assorbire quei materiali che nel terreno trovansi allo stato insolubile.

Raspail, al § 1361 del suo nuovo sistema di fisiologia vegetale, si esprime come segue:

Digitized by Google

Le radici, non è a dubitarne, sono gli organi destinati trasmettere all'elaborazione della pianta le basi terrose del suolo. Questa funzione non potrebbe aver luogo per altro meccanismo che per quello del succhiamento (*succion*, non significando assorbimento), perchè la massima parte delle basi terrose sono insolubili nell'acqua, solo veicolo che è permesso di supporre, poichè gli acidi, anche allungati, sono funesti alle radici.

Si dice che la massima parte dei materiali terrestri sono solubili, che altri lo divengono per mezzo degli alcali, ed altri col concorso dell'acido carbonico che si trova sciolto nell'umidità terrestre, introdottovi dalle piogge, o dalle acque di sorgente, o sviluppato dalla scomposizione delle materie organiche. Quest'acido carbonico convertirebbe in carbonati o bicarbonati solubili i sali insolubili. — Io pure so che la potassa e la soda nel terreno si trovano in combinazioni solubili; so pure che la potassa e la soda possono, in certe condizioni, favorire la solubilità dei silicati; e che l'acido carbonico, sciolto nell'acqua, è l'agente che può disciogliere tutti i materiali utili alle piante: ma nessuno vorrà negare che molti materiali, e fra questi i più importanti, nel terreno sono sempre allo stato insolubile, quali singolarmente il carbonato di calce. i fosfati di ferro, di calce e d'allumina, ed i silicati di allumina e di calce. L'acido fosforico, così utile ed indispensabile alla formazione delle materie azotate, non si riscontrerebbe mai in combinazioni solubili: anzi, disciolto artificialmente con qualche mezzo ed introdotto nel terreno, immediatamente s'unirebbe alla calce, agli ossidi di ferro, od all'allumina per formare composti insolubili.

P. Thenard (Institut. 3 fev. 1858) dice d'aver trovato un silicato di calce solubile nella proporzione di 6 decigrammi in un litro d'acqua; questa dissoluzione, carica d'acido carbonico, scomporrebbe per doppio scambio i fosfati d'allumina e di ferro, convertendoli in silicati; è

la calce unita all'acido fosforico formerebbe un fosfato di calce solubile coll'eccesso di acido carbonico della soluzione. Confessa però egli stesso che:

Questi effetti nel terreno sono sfuggevoli, sebbene possano essere continui quando continuo sia il concorso dell'acido carbonico, perchè l'allumina e l'ossido di ferro s'impossessano immediatamente dell'acido fosforico, e ricostituiscono fosfati insolubili, e carbonato di calce parimenti insolubile.

Il carbonato di calce divien solubile quando, per un concorso d' acido carbonico, si converte in bicarbonato. Il bicarbonato, che non esiste fisso nello strato coltivabile, può nondimeno trovarsi in molte acque finchè non siano in libero contatto coll'aria, o che non trovino materiali cui cedere il proprio eccesso d'acido carbonico. In fatto, i tufi, le stallatiti, le concrezioni calcari, e molte fra le fossilizzazioni, sono dovute alla presenza d'un bicarbonato calcare, il quale, trovatosi in condizioni da lasciar svolgere un equivalente d'acido carbonico, si depositò come carbonato, ricoprendo o cementando materie organiche od inorganiche. Ma alla superficie del terreno è impossibile la formazione e la conservazione d'un bicarbonato di calce.

Persino il carbonato di ferro affatto insolubile nell'acqua pura, vi si scioglie sensibilmente in concorso dell'acido carbonico, come evidentemente scorgesi in molte acque di sorgente, le quali depongono immediatamente sugli oggetti il carbonato di ferro insolubile, appena che riescano in contatto libero coll'aria. Anche in questo caso si sviluppa l'eccesso di gas acido carbonico che teneva disciolto il carbonato, appunto come avviene col bicarbonato di calce che serve alla formazione delle stallatiti, tufi, ecc.

A tale riguardo, una cosa che a me sembra aver molta importanza è la seguente. Noi troviamo che tutti gli alcali, alcali terrosi, terre e metalli, o meglio i loro

ossidi che entrano nella costituzione solida delle piante, quali sono quelli di ferro e di maganese, la silice la potassa, la soda, la calce, e la magnesia, possono disciogliersi nell'acqua che contenga una quantità più o meno rilevante di acido carbonico. Anzi può dirsi, che quei materiali inorganici costituenti il terreno coltivabile, che sono o possono essere disciolti dall'acido carbonico, tutti, in maggior o minor proporzione, li troviamo nelle ceneri delle piante. Ciò non pertanto uno ve ne ha che non fu mai trovato nelle ceneri, e che pure fa parte de'migliori terreni; e questo è l'allumina. Ebbene, sarà caso, ma l'allumina è la sola materia inorganica del terreno coltivabile che finora non si conosca allo stato di carbonato. E non è a dire che l'allumina non possa trovarsi allo stato solubile, anzi in molti terreni si trova in tale stato, ed anche abbondantemente, siccome cloruro o solfato, solo od unito a solfato di potassa, soda od ammoniaca (allumi), combinazioni tutte solubilissime. Perchè adunque non vien assorbita anche l'allumina? Non sarebbe questo un indizio che quanto non è solubile nell'acido carbonico non entra nelle piante, ossia che l'acido carbonico è il solvente generale degli alimenti vegetali?

§ 13. — L'acido carbonico del terreno è insufficiente. Memoria del sig. Poliacci.

Quest'acido carbonico lo si vuol trovare nel suolo, portatovi dalle piogge, dalle acque correnti e dalle materie vegetali in fermentazione o putrefazione. E ciò è quanto io credo che non avvenga. L'eccedenza d'acido carbonico che in certe condizioni può tener disciolto il carbonato ed il fosfato di calce, il carbonato di ferro, la silice o i silicati, appena che si trovi in contatto coll'aria, o con altri materiali, si svolge, e restituisce allo stato insolubile i sali che momentaneamente teneva di-

sciolti; le reazioni che riuscirebbero a disciogliere i sali insolubili sono sfuggevoli, e forse possibili soltanto nel laboratorio del chimico, ma non in quello più complesso della natura. In qualunque miscela salina, le reazioni succedono in guisa che immediatamente formansi sali insolubili, appena che ciò sia possibile per la qualità dei componenti; e l'acido carbonico, siccome pochissimo fisso, viene immediatamente scacciato a profitto della combinazione insolubile, o meno solubile, con altri acidi o con altre basi. Mescoliamo qualunque carbonato solubile alla calce, e vedremo immediatamente formarsi un precipitato insolubile di carbonato di calce. Mescoliamo alla calce una soluzione ov'entri l'acido fosforico, e di subito vi sarà produzione di fosfato di calce insolubile. Pure, volendo ammettere che l'acido carbonico contenuto nelle acque di pioggia e di sorgente, o sviluppato dalle materie organiche, sia in quantità sufficiente a disciogliere anche i succitati materiali insolubili, che mai avverrebbe? — Le acque continuando, siavi o no il bisogno d'alimentare le piante, a disciogliere i materiali terrestri, questi passerebbero negli strati inferiori del terreno, o verrebbero col tempo ad essere trascinati fuori dal terreno che li ha forniti. Il riposo, la cultura, l'abbruciamento delle terre argillose, l'emendamento colla calce o colla marna, non avrebbero più una spiegazione. Anzi, sarebbero operazioni dannose, permettendo o facilitando il disperdimento dell'acido carbonico, o la sua combinazione coi materiali calcari, per formarne dei carbonati insolubili. Ma il terreno non perde materiali se non quando mantiene la vegetazione. — E v' ha dippiù. — Come mai potrebbero allignare le piante nei terreni nei quali non vi siano materie vegetali in fermentazione, o dove le acque, fuor che la pioggia, non vi rechino la benchè minima quantità d'acido carbonico? Non trovansi forse in tal condizione estesissimi

territorj? Non si trovarono forse in tal condizione tutti i terreni avanti di rendersi coltivabili? — Non vedete voi spesse volte deperire piante, versare, o difficilmente far solido legno, o ben costituito seme, sebbene allignanti in terreno ricchissimo di materie vegetali capaci di fornire acido carbonico per sciogliere i materiali inorganici? Basta, perciò, osservare la vegetazione nei prati rotti, e perfino sugli ammassi di letame, o presso di essi, ove continuamente defluiscono materie organiche decomponentesi. Osservate come si comportino le radici delle piante in terreno il cui strato superficiale sia eminentemente vegetale, e vedrete ch'esse corrono direi quasi a cercare uno strato inorganico, e, finchè non lo ritrovano, non si suddividono in minute barboline.

All'incontro in terreni meno ricchi d'humus, e perfino fra i crepacci delle rocce trovansi piante, se non lussureggianti di fogliame, almeno vegete e solidamente costituite.

Raspail, al § 823 dell'opera più volte citata, dice:

Quelle radici che sono costrette a crescere contro le pareti o fra le giunture d'una pietra s'impastano sulla superficie e vi aderiscono con forza, sia per l'effetto de' succhiatoj che resterebbe a trovare, sia pel solo effetto d'uno sviluppo condannato ad insinuarsi in tutte le cavità della pietra. Noi spiegheremo più particolarmente nella fisiologia la quistione di sapere se la funzione delle radici non consista ad impastarsi, a guisa di polipi, sulle molecole terrose, per disciogliere o per aspirarle, a profitto dell'incrostazione o della combinazione dei tessuti.

Importantissima a tale riguardo è una Memoria del signor Egidio Pollacci sul modo di agire delle radici delle piante in contatto coi materiali inorganici del suolo (*). — Ritenendo che molta luce a tale quistione po-

(*) La Memoria è inserita nel Periodico *Il Nuovo Cimento*. Fascicolo del luglio 1858.

tesse dare il fenomeno proprio delle radici avvertito dal Liebig, quello cioè dell'esalazione dell'acido carbonico, istituì in proposito accurati sperimenti, i quali diedero i seguenti risultati:

Tre cavoli estratti di recente dal terreno, e dopo aver diligentemente lavato loro le radici, sonosi collocati in altrettante campanelle di cristallo: quindi si è gettato nella prima campanella della soluzione azzurra di laccamuffa; nella seconda dell'acqua stillata, più del marmo puro in frammenti sino a cuoprire le radici della pianta; nella terza della sola acqua stillata, spogliata d'aria e di acido carbonico con l'ebullizione. In capo a 18 ore, il liquido della prima campanella erasi già compiutamente arrossato, e tornava bleu con l'ebullizione, sviluppando contemporaneamente un gas avente la proprietà di estinguere i corpi in combustione; quello della seconda dava abbondante precipitato con l'ossalato d'ammoniaca, e s'intorbidava col riscaldamento; quello della terza inalbava con l'acqua di calce affusavi in eccesso, e dava con acetato basico di piombo abbondante precipitato, solubilissimo in acido acetico. Immergendo poi una pianta qualunque in una campanella d'acqua limpida, sulle sue radici, dopo un poco di tempo, quando cioè l'acqua si è saturata d'acido carbonico, scorgesi benissimo la formazione d'un gran numero di bollicine gasose che, dopo essersi più o meno ingrandite, si staccano slanciandosi fuori del liquido.

Questi sperimenti ripetuti anche ultimamente sopra un numero pinttosto grande di piante erbacee ed arboree, tanto selvatiche che coltivate, risposero sempre nel modo medesimo. Perciò puossi concludere, che le radici delle piante espirano indubitatamente dell'acido carbonico.

La proporzione dell'acido carbonico espirato in un dato tempo varia per moltissime circostanze, fra le quali è da ricordare principalmente la specie del vegetabile, l'età, la stagione. È per di più difficile a determinare; non ostante desumendola dalla proporzione di potassa caustica che è necessaria a ridonare il color bleu ad un peso noto di soluzione di laccamuffa già arrossata dall'acido suddetto, debbono aversi dei dati sufficientemente esatti, e probabilmente più esatti che con qualunque altro metodo.

Digitized by Google

ESEMPI.

	Tempo impiegato al arrossare la soluzione di lacca muffa.	Potassa Caustica impiegata per ridunare il color blù.	Acido carbonico espirato durante lo sperimento.	Acido carbonico che sarebbe espirato in 24 ore.
Ulivo alto metri 1, 50	Ore 10	Gram. 0, 05	Gram. 0, 02	Gram. 0, 04
Violaccio (cheiranthus) di mediocre grandezza.	» 6	» 0, 10	» 0, 04	» 0, 16
Fava, in fiore, rigogliosa.	» 7	» 0. 08	» 0. 05	» 0. 10
Cavolo, ben fogliuto. . .	» 4	» 0, 10	» 0, 04	» 0, 24
Pesco. alto metri 1. . .	» 6	» 0, 10	» 0, 04	» 0, 16
Cipresso, alto met. 1, 20	» 24	» 0, 05	» 0, 02	» 0, 02

Provato così che le radici dei vegetabili espirano acido carbonico, noi procurammo di mettere questa nozione in rapporto con le cose mostrateci dalla natura e credemmo:

Che la vegetazione di migliaja e migliaja di piante erbacee ed arboree sui cornicioni degli edifizi, non menochè sopra le più solide muraglie, nelle cui commetiture a preferenza insinuandosi colle radici, si impadroniscono del cemento, sconnettendo e disseparando il materiale per modo, da portare talvolta dei guasti non indifferenti nel punto in che i vegetabili stessi presero soggiorno.

Che le corrosioni prodotte sulla superficie interna dei vasi di giardino dalle radici delle piante in essi coltivate, in modo che di sovente s' infossano e aderiscono sopra la detta superficie, da doverle strappare o tagliare quando si voglia cavar dal vaso la pianta cui appartengono.

Che le solcature ed erosioni operate sulle pietre calcaree dalle radici dei vegetabili, osservate anche dal marchese Ridolfi, e da lui pur ricordate all' Accademia dei Georgofili, non che i risultati delle sperienze fatte dal professore Emilio Bechi con l'ossalato di calce, credemmo dico, che tutti questi fatti fossero cagionati dalla emissione dell' acido carbonico per le radici delle piante.

In questi casi rassomiglia poscia il Pollacci le radici delle piante agli animali litofagi o meglio al tarlo del legno, colla differenza però che questo agisce affatto meccanicamente, mentre le radici, mediante l'acido carbonico che emettono, disciolgono ed assorbono, nel luogo di contatto, l'alimento minerale che loro è indispensabile, esercitando una vera azione chimica. — Mostra in seguito come l'acido carbonico, coadjuvato dall'umidità, sebbene debolissimo, sia capace di sciogliere tutti i minerali utili, compresi i silicati ed i fosfati. Per il che soggiunge:

Al seguito delle cose dette, non può aversi alcun dubbio circa alla maniera d'agire delle radici delle piante in contatto di quei materiali del suolo, che sono insolubili nell'acqua. Di guisa che, l'ufficio dell'acido carbonico emesso potrebbe paragonarsi a quello del succo gastrico dello stomaco. E quantunque sia molta la forza assorbente della terra per le sostanze solubili, non è mai in grado tanto eminente da uguagliar quella delle radici per le sostanze medesime.

Le sperienze e le osservazioni del Pollacci mi sembrano concludentissime, almeno per quanto spetti al provare l'emissione d'acido carbonico dalle radici. Soltanto potrebbe taluno dubitare che l'acido carbonico emesso fosse quello già assorbito dal terreno e restituito dalle radici; ma questo supposto farebbe credere ad un giro vizioso e forse inutile. Inoltre, se, come abbiamo già veduto, l'acido carbonico del terreno il più delle volte non è in quantità sufficiente, o manca affatto, o non si trova in condizioni da esercitare la di lui facoltà solvente a profitto della vegetazione, ci è forza concludere che quest'acido carbonico arriva per altri mezzi in contatto coi materiali inorganici.

§14. — Supposta la solubilità d'ogni materiale nel terreno, numerosi fatti provano che le soluzioni non nutrono.

Ciononpertanto voglio concedere che tutti i materiali inorganici, proprj del suolo od artificialmente aggiunti per mezzo della concimazione, possano in qualche modo ridursi allo stato di soluzione, e così disciolti venir assorbiti dai succhiatoj che guerniscono le estremità delle radici. In tal caso resterebbe ancora a provare come le soluzioni, assorbite in tal guisa, riescano profittevoli alla nutrizione. Supponiamo pure che tutte le piante si nutrano degli identici materiali, o con qualunque materiale possa fornire il terreno: anzi voglio concedere che le piante sieno affatto estranee a questo primo atto della loro nutrizione, cioè che prendano, digeriscano ed assimilino ogni cosa che il terreno loro presenti in istato di soluzione.

Mi si citi un solo esempio di pianta la quale abbia compiuta ogni fase della propria vita allorchè sia stata mantenuta costantemente in soluzioni, fossero pure di materiali ritenuti i migliori od i più opportuni. Ditemi se un tubero, un bulbo, una radice carnosa abbia portato semi vegetando in una qualsiasi soluzione, o se abbia vissuto dopo d'aver consumata la propria sostanza? Ditemi se un seme qualunque, fatto germogliare in una soluzione, abbia continuato a vegetare dopo d'aver consumata la propria sostanza cotiledonare? Se un vegetale insomma abbia potuto crescere e fruttificare senza il soccorso del terreno? — Tutte queste cose sono facili a sperimentarsi, e furono sperimentate sempre senza successo. I semi, i tuberi, le radici carnose, che si trovino nell'acqua con soluzioni, cessano dal vegetare ap-

Digitized by Google

pena che abbiano consumata la propria sostanza. I bulbi dei giacinti, delle cipolle, dell'aglio, ecc., si possono far vegetare fuori terra, ma non portano semi, e v'accorgerete che hanno vissuto non già colle soluzioni assorbite, ma colla sostanza delle proprie scaglie. Nelle piante a radice carnosa (rape, carote, barbabietole), le quali portano semi soltanto nel secondo anno di vegetazione (*), possiamo considerare la radice carnosa vegetante in quell'anno, quasi come una massa cotiledonare che serva a somministrare in gran parte, ed in concorso col terreno, quei materiali che sono necessarj alla formazione dei semi. Infatti, la sostanza che costituisce le radici carnose de' tuberi è, fatta astrazione della proporzione di acqua, assai analoga a quella della massa cotiledonare dei semi.

Se poi le piante nel terreno potessero vivere colle soluzioni, esse vegeterebbero eziandio quando i materiali utili fossero lontani dalle radici, ma che, per mezzo delle acque, venissero trasportati in contatto de'succhiatoj allo stato di soluzione. Ma il fatto non conferma quest'asserzione, anzi la contraddice. Provate a mettere una pianticella in un vaso, per modo che le sue radici stiano in sabbia pura, e che questa sia tutt' all' ingiro circondata dalla miglior qualità di terra, e la vedrete prontamente deperire, quantunque, per l'inaffiamento, l'acqua che penetra nella sabbia passi per la buona terra, e che vi dovrebbe portare le necessarie soluzioni, quando queste avessero luogo. Provate ancora ad inaffiare colle migliori soluzioni una pianta posta in vaso, quando, dopo un certo tempo, comincia a deperire perchè l'abbia riempiuto di radici, od esaurito, come si direbbe, ogni sostanza utile della terra, e vedrete ch'essa ne trae poco

(*) Queste piante se portano semi nel primo anno, ossia in quello stesso nel quale vennero seminate, non ingrossano la radice. Vedi anche § 28.

o nessun profitto, se fors'anche non deperisce più prontamente. Rinnovate invece la terra, e l'avrete salvata e ritornata vegeta. Nei campi, le piante che incontrano un sottosuolo inerte o sabbioso, od una zona di terra inerte ai lati, deperiscono, per quanto dalla parte superiore, o da qualche altra parte arrivi ai suoi succhiatoj l'acqua che passò pel terreno migliore. Domanderò inoltre, perchè le piante tendono ad allungare le proprie radici, quanto potrebbero, stando sempre nel medesimo posto, ricevere le sostanze in istato di soluzione? Si dirà forse che le allungano allo scopo di moltiplicare le proprie spugnette o succhiatoj, in ragione del proprio aumento. Ma io rispondo che i succhiatoj delle radici, al pari delle foglie, quando la pianta ha raggiunto un certo incremento, riescono press'a poco in numero costante; le foglie si rinnovano, non aumentono, ma si sostituiscono in numero maggiore o minore, a norma dell'aumentato o diminuito vigore di vegetazione della pianta che le porta. Così ne'succhiatoj delle radici: mano mano che si obbliteranno i primi, altri ne sorgono sulle estreme e più recenti diramazioni. E questo sostituirsi di succhiatoj sui nuovi prolungamenti delle radici non deve essere cosa accidentale, ma piuttosto l'espressione di un bisogno speciale, quello cioè d'andare in traccia di nuovo alimento, quando i materiali, che dapprima lo fornirono, siano di già esauriti. Ed infatti si riscontra che, quando pure la pianta abbia un aumento lentissimo di estensione e rimanga quasi stazionaria in ogni sua parte fuori terra, le radici sono sempre egualmente obbligate ad estendersi in una proporzione maggiore.

Persino le piante bulbose, tuberose ed a radice carnosa, le quali, come ho detto, per alcun tempo possono vegetare nell'acqua, allungano istintivamente le proprie radici, quasi dovessero andar in traccia di nuovi

Digitized by Google

alimenti, sebbene il liquido glieli possa somministrare senza bisogno d'un continuo allungamento.

Finalmente, nessuna pianta può vegetare convenientemente fuori di terra, sebbene posta entro soluzioni contenenti tutte le necessarie sostanze, mentre all'incontro può vivere, come abbiamo veduto al § 13, fra i crepacci delle rocce, delle muraglie, fra i ciottoli e sui tetti, cui è tenacemente abbarbicata colle estreme radici, e dove qualunque soluzione è impossibile o ben difficile. Anzi, nelle condizioni nelle quali le soluzioni ed il loro assorbimento riescono più facili ed abbondanti, come negli anni piovosi o quando s'irrighi fortemente, i prodotti scemano di quantità e di qualità, ed invece di migliorare o di aumentare, non hassi che uno sviluppo di steli e foglie, il tutto esile, allungato, abbondantissimo d'acqua e scarsissimo di materiali inorganici (vedi anche § 25).

Non è forse vero che, se le soluzioni bastassero alla nutrizione delle piante, coll'applicazione dei concimi liquidi, potrebbesi in qualunque terreno aumentare all'infinito la produzione. Perchè dunque questa produzione ha piuttosto un limite nella diversa qualità minerale del terreno? La semina fitta, se le soluzioni bastassero, non sarebbe un errore, ma piuttosto un motivo di maggiormente abbondare in concimi ben scomposti o liquidi: eppure questo rimedio sarebbe peggiore del male, perchè i concimi liquidi meglio favoriscono la produzione erbacea, che non quella dell'amido, detto zucchero, ecc. Perchè l'applicazione smodata dei concimi liquidi obbliga dopo un certo tempo ad una abbondante concimazione con materiali solidi? Non è forse un proverbio di lunga esperienza il detto che il concime liquido snerva il terreno? In Lombardia questo fatto è notissimo, antichissimo essendo l'uso de'concimi liquidi raccolti in apposite vasche presso le stalle; ed estesissima essendo l'irrigazione fatta colle

acque della Vettabbia, la quale esce dalle mura di Milano carica di materie organiche azotate. I coltivatori usano questa sorta di concime soltanto pel prato; ma i prati irrigati dalla Vettabbia, di prodigiosa produzione, devono di quando in quando essere scoticati, perchè uno strato altissimo spungoso di radici e steli s' interpone fra la terra e le nuove radici dell' erbe pratensi. L' acqua carica delle soluzioni organiche viene egualmente assorbita, ma la produzione languisce finchè, levata la cotica superficiale, e tolto ed ammucchiato lo strato, quasi torboso formato da vecchie radici e vecchi steli, si rimette nuovamente la cotica sul terreno; mostrando con ciò assai chiaramente che le soluzioni da sole non bastano, e che agiscono soltanto in concorso dei materiali inorganici del suolo.

Ma queste sono induzioni. Passiamo ora ad osservare sperienze anteriori al dubbio del Liebig, o che furono istituite per intenti molto diversi, ma che abbiano una relazione con quanto vogliamo provare. Simili sperienze mi sembrano importanti perchè non possono essere tacciate di idee preconcette.

Biot (Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences. 1.er sem. 1831, pag. 12) dice:

« Quando si bagni un giacinto bianco col sugo della phytolacca decandra vedesi, nel termine di due ore, che i fiori prendono un color rosso; ciò non ostante, alla luce solare, questa tinta scompare in due o tre giorni. Evidentemente il sugo rosso passò per tutte le parti della pianta, senza alterare chimicamente e senza nuocere: nè si potrebbe certamente sostenere che questo sugo sia stato necessario alla pianta. » In questo caso la materia colorante rossa sarebbe stata assorbita, ma non assimilata.

Liebig (Chimie appliq. à la physiol. végét. pag. 164, 2.a edition. Paris 1844) dice:

Si conosce dalle belle esperienze di Macaire Princep che le piante, le cui radici sono mantenute dapprima in una soluzione allungata di acetato di piombo, e dopo nell'acqua distillata, cedono a quest'ultima l'acetato di piombo; ciò che prova rendere le radici al suolo ciò che non è necessario alla loro esistenza. »

Od in altri termini, assorbire non è assimilare; cioè che la facoltà di assorbire può, in certi casi di forza maggiore, introdurre nell' organismo vegetale materie inutili, senza che queste vengano assimilate.

A tale proposito credo opportuno citare il seguente brano di memoria del Dottor Alfonso Cossa sull'assorbimento delle radici (*).

« Fra i primi che abbiamo istituite ricerche estese sul passaggio delle materie coloranti nelle radici dei vegetabili si deve citare Sarrabat de la Baisse (1). Questo autore immerse le radici di diverse piante nella tintura acquosa della *phytolacca decandra* e nella dissezione che egli fece due o tre giorni dopo delle radici immerse trovò sempre la corteccia impregnata di una materia rossa sparsa in tutta la sua sostanza ma molto più intensamente verso l' inserzione delle radici laterali. — Venti anni dopo Bonnet (2) ripetè e variò le esperienze di De la Baisse e trovò che molte piante messe in soluzioni colorate soffrivano nelle radici, e che in molte altre era veramente passata attraverso il tessuto del fusto e delle foglie la sostanza colorante. — Reichel professore di botanica a Lipsia (3) osservò che i liquidi colorati entravano solamente per le tracchee e non per il tessuto cellulare. — Bischoff (4) in una sua Memoria

(*) Sull'assorbimento delle radici, considerazioni e ricerche del Dottor Alfonso Cossa, Pisa. 1859.

(1) *Dissertation sur la circulation de le séve dans les plantes — Receuil des mèm. cour. de l'Acad. de Bordeaux* 1733 t. 4.

(2) *Recherches sur l'usage des feuilles dans les plantes, et sur quelques autres sujets relatifs à l'histoire de la végétation.* — Leide 1754 pag 242 et seg.

(3) *Dissertatio de vasis plantarum spiralibus.* Lipsiae 1758 in 4.

(4) *De vera vasorum spiralium plantarum structura et indole.* — Dissert. inaug. Bonnae 1829.

sulla struttura e sull'ufficio dei vasi spirali insegna che i liquidi colorati vengono assorbiti non decomposti o modificati dalle radici sane e che quando l'assorbimento delle radici è più copioso, cioè nel principio dell'estate, il colore del liquido può essere visibile nella pianta — De Candolle mette tra le proprietà delle spongiuole radicali quella di assorbire le molecole coloranti dei liquidi (1) e nella sua *Fisiologia vegetale* si oppone alla opinione di Link, che sosteneva il contrario, dicendo d'aver egli stesso veduto l'assorbimento di un'acqua colorata eseguito da radici certamente intatte perchè appartenenti a piante nate e cresciute nella stessa infusione colorata (2). Secondo Link (3) «.... I liquidi colorati non entrano nelle trachee a meno che queste non siano recise in una estremità o distrutte in qualche luogo per putrefazione. Se si inaffia della terra, nella quale vegeta una pianta, con dell'acqua colorata, le trachee non prendono giammai il benchè minimo colore. Lo stesso succede se si mette un bulbo a radici intatte nell'acqua colorata. È l'azione capillare che fa penetrare i liquidi nelle trachee, oppure uno stato di malattia prodotto dall'irritazione esercitata dai liquidi, oppure sono queste due cause insieme combinate. »

Anche Towers (4) si convinse con proprie esperienze che le materie coloranti non penetrano nel sistema vascolare e cellulare delle piante sane. Saussure (5) nelle sue *ricerche sulla nutrizione delle piante* ammise, dietro proprie e numerose esperienze, che le materie coloranti vengono assorbite dalle radici sane facendo però questa distinzione, che quelle materie coloranti che per la loro composizione convengono alla nutrizione delle piante, nel loro assorbimento cangiano di colore e si confondono col tessuto vegetabile stesso, mentre quelle materie che non sono atte a nutrire penetrando nelle piante non subiscono alcuna alterazione.

(1) *Organographie végétale.*

(2) *Physiologie végétale.* — T. 1 pag. 85.

(3) *Mémoire sur les trachées des plantes par M. F. Link.* — *Ann. des sc. nat.* t. 23, pag. 144. Paris 1831.

(4) *Sur la faculté que possedent les plantes d'absorber les infusions colorées par leurs racines.* — *Ann. des sc. nat.* 2. sèr t. 6 pag. 288. *Extr. des transact. of the horticult. Society of London.*

(5) *Biblioth. univ. de Génève Décembre* 1841.

Il Trinchinetti (1) ripetè le esperienze sulle quali il Saussure basava la teoria sopraenunciata avendo cura principalmente di esaminare lo stato delle radici anche prima dell'esperimento. Queste sue ricerche fatte colle soluzioni acquose di cocciniglia e di fitolacca ebbero per risultato il nessun coloramento delle piante cresciute nella sabbia granitica irrorate con queste soluzioni. Però osservando l'autore che il liquido residuo nella sabbia dopo l'esperimento era scolorato, ammise che porzione della materia colorante era scomparsa per l'azione delle radici e da ciò ne trae congettura che le piante non abbiano, come ammetteva il Saussure, assorbito, decomposto ed assimilato nel proprio tessuto le materie coloranti tali e quali vennero somministrate perchè in tal caso si avrebbe dovuto trovare nella parte inferiore delle radici qualche traccia di coloramento, il che non avvenne. Ritiene invece il Trinchetti che le piante abbiano colle loro radici decomposto nella sabbia la materia colorante loro presentata appropriandosi alcuni dei suoi principj e probabilmente quelli più acconci a nutrirle.

Io non sono poi del parere di Raspail, il quale pensa che (§ 1301, opera succitata) dalle radici integre non possa entrare alcun liquido colorante, e che, quando ciò avvenga, egli è per la rottura o guasto delle stesse che il liquido s'introduce. Ciò non pertanto sono con esso d'accordo nel ritenere che l'assorbimento di sostanze coloranti disciolte non rappresenta menomamente il modo col quale i succhiatoj introducono il liquido nutritivo nella pianta, e che quell'introduzione avviene solo per leggi fisiche d'assorbimento, per le quali può introdursi non solo una soluzione di qualunque materiale, ma eziandio sostanze indisciolte ed al semplice stato di sospensione. Pertanto, appena che venga a cessare la condizione, che obbliga le piante a quest'assorbimento, esse restituiscono, al liquido od al terreno, i materiali inu-

(1) *Memoria premiata sull'assorbimento delle radici.* — Milano 1843.

tili che forzatamente assorbirono. Noi senza guastare le radici possiamo colorare in bleu i fiori delle ortensie anche nel terreno, aggiungendo a questo, polvere di scorie di ferro; ma pure in tal caso, appena che le radici abbiano abbandonato il terreno siffattamente mescolato a sostanze ferruginose, tosto la pianta rigetta quelle materie inutili alla propria nutrizione, ed i fiori ritornano al primitivo loro color roseo.

Le accennate sperienze non riguardano che un effetto temporario, e le soluzioni possono per alcun tempo, anche in piante levate dal suolo, aver mantenuta un'apparenza di vegetazione, che non è da confondersi colla nutrizione, poichè nessuna pianta può continuare le proprie funzioni quando venga costantemente mantenuta nelle soluzioni.

§ 15. — Le soluzioni non nutrono; anzi sono nocive. Il terreno si oppone all'azione nociva delle soluzioni. Fatti agricoli che le soluzioni nuocono. Sperienze del Dott. Cossa.

Liebig, oltre al negare la nutrizione per mezzo delle soluzioni, aggiunge essere probabile che le radici muojano quando il nutrimento giunge loro in istato di soluzione. Ed anche una tale asserzione verrebbe convalidata da alcune esperienze e da alcune osservazioni fatte da quello stesso Bouchardat, il quale nel suo trattato di botanica, parlando della nutrizione delle piante s'esprime in questi termini:

L'acqua è senza dubbio il principale agente che serve ad introdurre gli alimenti nelle piante.

E dopo d'aver indicato come nelle piante s'introducano il carbonio, l'idrogeno, l'ossigeno e l'azoto, dice:

Tutte le altre sostanze vi arrivano belle e formate, e vi sono trascinate dall'acqua allo stato di soluzione.

Le sperienze del Bouchardat (*) non possono adunque essere sospette. Esse trovansi in due memorie presentate all'Accademia delle Scienze in Parigi il 6 febbrajo 1843, ed il 20 aprile 1846. Nella prima sonvi quelle dirette a provare l'azione dei sali ammoniacali siccome ingrasso; nella seconda quelle che servono a constatare l'azione dei veleni sulle piante.

La prima termina colla seguente conclusione:

Le soluzioni dei sali ammoniacali, cioè: sesquicarbonato, bicarbonato, cloridrato, azotato e solfato, alla diluzione di 1/1000 ed anche di 1/1500 nell'acqua distillata, avvelenano le piante le cui radici pescano in esse, laddove vivrebbero assai bene nell'acqua pura.

Le sperienze vennero eseguite con piante che possono prosperare anche nell'acqua, quali la menta acquatica e silvestre ed il poligono orientale.

Ma più importanti sono le conclusioni della seconda memoria, le quali Bouchardat afferma derivare nettamente dalle esperienze da esso fatte, soprattutto in via comparativa con piante di menta acquatica la quale vive egualmente bene nell'acqua e nella terra. Di queste ne pose nell'acqua distillata, nella sabbia umida, nella terra cattiva, ed in un miscuglio a parti eguali di terriccio e buona terra da giardino. Le sostanze sperimentate allo stato di soluzione furono il carbonato d'ammoniaca, l'azotato di potassa, il cloridrato d'ammoniaca e di morfina, l'essenza di cedro. — Preparò una soluzione d'un centesimo d'ogni sostanza, che sostituì in un caso all'acqua distillata, e fece imbevere, per ripetuto liscivia-

(*) Recherches sur la végétation appliquées à l'agriculture. Par M. Bouchardat, Paris, 1846.

mento, un centesimo della stessa sostanza alla sabbia, alla terra cattiva, ed al buon terreno. — Altre quattro piante di menta erano poste in eguali condizioni, per rispetto alla qualità del mezzo in cui dovevano vegetare, ma erano bagnate con acqua distillata. — Piante di sensitiva erano egualmente sperimentate con 1[200 di sostanza disciolta. — Il risultato costante di queste sperienze fu che, dopo pochi giorni (da tre a sei), periva per la prima quella pianta che vegetava nella soluzione, poi quella nella sabbia bagnata colla soluzione, poi quella della terra cattiva, per ultima quella della buona. Le piante che per confronto vegetavano nell'acqua distillata, od in terra bagnata con essa, si conservarono meglio delle altre.

Sperimentò eziandio il Bouchardat piante usuali (frumento, maiz, fagiuoli), solo confrontando il risultato dell'acqua contenente le soluzioni, con quelle della buona terra bagnata con esse. Le sostanze disciolte furono il carbonato, il cloridrato ed azotato d'ammoniaca, il bicarbonato di soda, il cloruro di sodio, l'azotato di potassa, i solfati ferrosi.

La conclusione dei succitati sperimenti, la quale chiude la suesposta memoria, è la seguente:

La natura del terreno ha un'influenza considerevole sull'azione delle sostanze (tossiche ed altre) nelle piante, e la resistenza all'azione deleteria è tanto più grande quanto migliore è la qualità della terra. Alcuni vegetali i quali compiono tutte le fasi della loro vegetazione quando, crescendo in buon terreno, sono bagnati con una soluzione salina od altra, non decomposta dalla terra, muojono spesso dopo qualche giorno quando le loro radici vi s'immergano liberamente.

Le sperienze del Bouchardat, citate nella di lui prima Memoria del 6 febbrajo 1843, mostrano che le piante vivono più a lungo nell'acqua pura che nell'acqua con-

tenente soluzioni allungatissime di sali anche ritenuti siccome utili, ossia che deperiscono più lentamente in un mezzo che somministra loro soltanto l'umidità e nessun nutrimento in soluzione, che non quando siano obbligate ad assorbire, coll'acqua, altri materiali da esse non elaborati. — Ma le sperienze citate nella memoria del 20 aprile 1846 con maggior evidenza provano non solo che le piante muojono più presto nelle soluzioni che nell'acqua pura, ma eziandio che le stesse soluzioni, aggiunte al terreno, riescono tanto più nocive quanto più possono agire liberamente. Perciò le prime a risentirne il danno furono le piante che vegetavano nella sabbia, poi quelle che erano nella terra magra, indi quelle che si trovavano nella terra migliore. Soggiunge quindi il Bouchardat.

La buona terra non solamente fornisce alle piante i materiali utili, ma si oppone anche all'assorbimento di principj nocivi.

Infatti la buona terra fu l'ultima a lasciar sentire l'influenza dannosa delle soluzioni, sebbene essa pure abbia favorito assai meno la vegetazione che non l'identica terra bagnata con acqua scevra d'ogni sostanza disciolta.

Il Bouchardat su questo proposito ci fornisce nuove prove nelle sue sperienze sullo sviluppo delle piante le cui radici pescano nell'acqua. Queste furono fatte sopra semi di polygonum orientale. — I semi disseccati si fecero germogliare nella flanella inumidita, indi furono sostenuti sopra l'acqua distillata. Dopo 61 giorni di vegetazione languida, le pianticelle deperirono; furono ripesate, e riscontrate complessivamente pesanti come i semi, notando soltanto un aumento d'ossigeno, ed una diminuzione di ceneri. — Nel terriccio bollito con bicarbonato di potassa, ed abbastanza allungato perchè non

riuscisse deleterio alla vegetazione, i semi di polygonum diedero i medesimi risultati.

Ho variato, egli dice, le sperienze col fornire soluzioni fatte con materiali che possono convenire, e che sono contenuti nelle acque fertilizzanti, sali calcari, magnesiaci, bicarbonato di potassa, d'ammoniaca, fosfati diversi, silicato di potassa, e sempre arrivai allo stesso risultato. Queste piante vi prosperano meno bene che nell'acqua pura. E quando un seme germogliato pesca colle radici in queste soluzioni, la pianta rimane estremamente stentata, e mai non compie tutte le fasi della propria vegetazione.

Condotto pertanto il Bouchardat dalle ripetute proprie sperienze al convincimento che le sostanze minerali, servienti di alimento ai vegetali, allo stato di soluzione non sono utili, ma eziandio dannose; vedendo che la pianta, quando non soffre, assorbe ma non assimila, dubita della generale opinione, da esso pure accolta, e che già ho riportato. — Ed a questo proposito non mi stanco di citare le di lui medesime parole (*).

I fatti contenuti in questa nota sono destinati, se non erro, a rischiarare la storia ancor tanto oscura della funzione delle radici. La più evidente di tutte è, senza dubbio, l'assorbimento dell'acqua del terreno umido, la quale serve a formare l'elemento essenziale del succhio ascendente; ma io credo che ingannerebbesi molto asserendo che le radici sono unicamente destinate ad assorbire dal terreno l'acqua più o meno carica di sali o di sostanze organiche per trasmetterle alla pianta; esse hanno anche altre funzioni, sulla natura delle quali l'esperienza non ci ha sufficientemente rischiarato, ma che sembrano avere una grande importanza nell'economia vegetale. Queste funzioni sembrano annullate o grandemente alterate dall'immersione delle radici nell'acqua..... Al pari delle foglie, le spugnette devono avere delle relazioni importanti coll'atmosfera. Quest'azione che si credeva limitata alle parti verdi esposte alla luce, agisce eziandio nell'o-

(*) Recherches sur la végétation. Paris, 1846, pag. 152.

scurità pel mezzo delle spugnette. L'azoto, la cui assimilazione è ancor tanto oscura, mi sembra entrare nella vita organica per mezzo delle spugnette delle radici.

Per verità è a maravigliarsi come queste sperienze e queste conclusioni non siano state abbastanza apprezzate e dallo stesso sperimentatore e dagli altri fisiologi. E se tali conclusioni potevansi considerare quali fatti di laboratorio, non rappresentanti le condizioni normali in cui vivono le piante, esistevano numerosi fatti in natura i quali chiaramente le convalidavano. Già ho fatto cenno del prodotto diminuito nelle annate soverchiamente umide, in confronto di quelle che appena forniscono l'umidità necessaria al terreno. Ora chiamo l'attenzione su quanto avviene in una porzione di prato depresso, ove l'acqua di pioggia o d'irrigazione vi si fermi più del bisogno. Ivi la produzione riesce di molto inferiore alle altre parti del prato; alle piante graminacee o leguminose, presto vi si sostituiscono le ranuncolacee, indi le ciperacee e le equisetacee, di natura sempre più palustre od acquatica. Osservate un campo di cereali che avvicini un prato irrigato di frequente, e vedrete che quella porzione che lo fiancheggia, sebbene non inondata, ma solo perchè di frequente imbevuta dall'acqua proveniente dall'irrigazione, si mostra meno vegeta, e compie più stentatamente le fasi della speciale vegetazione, in confronto all'altra parte del campo non soggetto a simile influenza. Si faccia attenzione a quanto avviene in ciascuna coltivazione, sia di cereali, sia di foraggi, allorquando vi si spande al di sopra concime liquido: tutte immediatamente sembrano a bella prima deperire, e l'azione benefica di quelle sostanze liquide si appalesa soltanto dopo alcuni giorni. E questo fenomeno è tanto più evidente quanto più le soluzioni abbondano di materiali disciolti, e quanto meno sono scom-

Digitized by Google

poste o fermentate. In molte parti della Lombardia, nello scorso anno vennero rifiutati. siccome nocivi, i residui liquidi del gas, tanto sparsi sui cereali, quanto sul prato. I cereali, e specialmente il frumento ed il melgone, ne soffrirono immensamente e non si riebbero in parte se non dopo molte settimane. I prati e cotiche di foraggi leguminosi, presentarono qua e là spazj intieramente sprovvisti di vegetazione, o, come si dice, abbruciati, specialmente dove maggior quantità di detta sostanza erasi somministrata. Persino i gelsi e le viti, le cui radici avevano risentita l'influenza di quei residui, fermarono la propria vegetazione, e perdettero le foglie dopo un pronto ingiallimento. Insomma, dovunque le radici siano, anche temporariamente, obbligate ad essere in contatto di materie disciolte, vi ha sempre un temporario deperimento di vegetazione, come se pescassero nelle soluzioni, finchè altre circostanze, che verrò in seguito enumerando, non vi portino un efficace rimedio.

Le recenti sperienze del dottor Cossa (*), sull' assorbimento del ferro cianuro potassico, e del solfato di magnesia, conducono alla medesima conclusione: eppertanto le riproduco testualmente, solo per quanto riguarda i fenomeni presentati dalle sperienze suddette:

Seminai in un vaso empito di terra del granone. Quando il cereale arrivò col suo fusto all'altezza di quasi 7 centimetri, innaffiai il vaso per otto giorni con una soluzione di un grammo di ferrocianuro potassico cristalizzato in 800 grammi di acqua distillata. Nei primi cinque giorni le goccioline raccolte, chimicamente e fisicamente esaminate non diedero segno della presenza del cianuro metallico. Nel sesto giorno ve lo rinvenni e così nel settimo e nell'ottavo. A quest'epoca estirpate alcune pianticelle si trovarono le loro radici perfettamente sane. Dopo l' ottavo giorno continuandosi l'innaffiamento, le pianticelle di granone ri-

(*) Opera succitata.

maste nel vaso cominciarono ad appassire, a perdere nell'intensità del color verde; in alcuni punti presentavano macchie bruno-cinerce.

Nell'undecimo giorno levai dal vaso altre pianticelle, le radici esaminate si trovarono ingiallite, e quasi essicate; i succiatori erano ridotti ad esili filamenti senza nulla conservare della loro forma caratteristica. La spiegazione di questo fatto è chiara; continuando oltre il quinto giorno l'innaffiamento colla soluzione del cianuro si era esaurita nella terra la facoltà di decomporre, ritenere il sale ferroso-potassico per cui parte della soluzione potè indecomposta venire a contatto dei succiatori delle radici ed essere assorbita. L'assorbimento poi continuato per tre giorni (dal 5° all'8°) di una sostanza nociva alla vegetazione produsse uno stato morboso nell'organismo vegetale, stato morboso che si manifestò coll'appassimento del fusto, colle macchie bruno-cinereo sulle foglie e coll'avvizzimento delle radici. Le radici alterate nella loro struttura davano agio al veleno di penetrare in copia allora non più per l'atto vitale dell'assorbimento, ma semplicemente per un fenomeno tutto fisico.

Seminai del granone nella sabbia calcinata, trattata coll'acido solforico e lavata accuratamente con acqua distillata. Appena le pianticelle cominciarono a sbucciare, innaffiai il vaso con una soluzione di un grammo di prussiato potassico (ferrocianuro potassico) in un litro d'acqua distillata. Esaminate le goccioline ottenute dopo il secondo innaffiamento diedero segno della presenza del cianuro; levate alcune di quelle pianticelle dalle quali aveva ottenute le gocciole che aveva prima esaminato, vi trovai sane le radici. Volendo conoscere se il cianuro veniva depositato anche nel tessuto delle piante, oppure venisse tutto espulso colle goccioline, raccolsi alcune piante dopo avere per cinque giorni desistito dall'uso della soluzione di ferrocianuro potassico e coi soliti metodi praticati nelle esperienze prima e seconda trovai solamente pochissime traccie di cianuro.

Innaffiai con soluzione di 10 gramme di ferrocianuro potassico in 400 gramme di acqua distillata un vaso in cui nella terra crescevano delle piante di *zea mays*. Dopo due giorni di innaffiamento (essendo questo praticato due volte nel corso di una gior-

nata) le pianticelle erano morte; ed esaminate le radici vennero riconosciute alterate. Non si formarono le solite goccioline ed il cianuro si scoprì esistere in dose rilevante nel tessuto della *zea mays*. Da questa esperienza puossi arguire che la soluzione troppo carica del veleno aveva leso le radici ed impedito così l'assorbimento fisiologico. Il veleno ritrovato nel tessuto della pianta proveniva da cause che avevano agito dopo la morte della pianta stessa.

Lo stesso fatto si osservò, ma entro un termine di tempo più breve, in pianticelle di granone seminate e cresciute nella sabbia lavata con acido solforico che furono irrorate con una soluzione acquosa di ferrocianuro potassico avente lo stesso grado di condensazione di quella adoperata nell'esperienza precedente. La ragione del *tempo più breve* decorso dall'innaffiamento alla morte delle piante cresciute nella sabbia in confronto di quelle seminate nella terra comune è riposta nella diversità del mezzo in cui nelle due esperienze (4 e 5) vegetò la *zea mays*, il che facilmente si ammetterà per vero riflettendo che nella terra per cagione di reciproche affinità chimiche dovette avvenire una parziale decomposizione del veleno somministrato; decomposizione che non poteva succedere nell'arena depurata.

Con una soluzione acquosa di ferrocianuro potassico dell'egual titolo di quella adoperata nella esperienza precedente si innaffiarono due giovani piante di *zinnea rosea* che erano cresciute nella sabbia. Dopo due innaffiamenti praticati in un giorno, il succo di una zinnia dava un debole indizio della presenza del cianuro doppio. Le radici erano sane. Dopo tre giorni, esaminato il succo dell'altra pianticella di *zinnea* che fu egualmente alla prima innaffiata due volte al giorno, vi si trovò il sale ferroso-potassico in dose maggiore. Le foglie non davano segno di deperimento; ma le radici erano già alterate.

Si innaffiò una pianticella di *quercus robur* dell'età di un anno, cresciuta nella terra e trasportata colla terra onde non ledere in nessuna maniera le radici in un ampio vaso con una soluzione di tre grammi di ferrocianuro potassico in tre litri d'acqua distillata. Dopo il decimo giorno dall'innaffiamento cominciarono a formarsi delle macchie nerastre sulle foglie e sulla corteccia. Levai

da alcune foglie così macchiate l'epidermide ed osservandone il parenchima nei luoghi corrispondenti alle macchie sotto il microscopio, vidi colorato in nero il contenuto delle cellule ed in alcuni punti anche la parte interna dei vasi a trachee svolgibili. — Le radici erano ancora sane.

Un altra *quercus robur* dell'età di un anno egualmente cresciuta nella terra venne innaffiata colla medesima soluzione di ferrocianuro potassico adoperata nell'esperienza precedente. Dopo otto giorni dall' innaffiamento cominciarono a manifestarsi le macchie. Dopo il tredicesimo giorno (seguitando sempre l'innaffiamento) le foglie diedero segno di gran patimento; le macchie nerastre si erano estese a quasi tutta la lamina delle foglie; esaminate le radici, si videro alterate in alcuni punti e principalmente nelle parti giovani.

Alcune pianticelle di orzo (*hordeum vulgare*) seminate e cresciute entro un vaso ripieno di terra vegetabile comune furono irrorate con una soluzione di un grammo di solfato magnesiaco cristallizzato in 500 grammi di acqua distillata. Dopo aver praticato due innaffiamenti con questa soluzione, si osservò il residuo lasciato dall'evaporazione di alcune goccioline raccolte su una lamina di vetro. L'aspetto cristalliniforme di questo residuo fornì un indizio del passaggio del sale attraverso le radici dell'orzo; tuttavia a maggior conferma si istituì anche il cimento chimico e questo convalidò la conclusione dedotta dal solo esame fisico. Le piante di orzo erano vigorose come le altre che vennero seminate nello stesso tempo e crebbero nella terra comune in un vaso irrorato con acqua comune. Anche le radici esaminate diligentemente, non diedero segno d'aver la benchè in minima parte sofferto.

Risultati perfettamente eguali ai precedenti si ottennero sperimentando *nelle medesime circostanze di mezzo e di soluzione* con il frumento (*triticum sativum*), con la segale (*secale cereale*) e con il granone (*zea mays*). Queste esperienze non si fecero su di un sol vaso per ciascuno dei surriferiti generi di graminacee ma su molti, osservati anche in differenti stagioni.

Si continuò ad irrorare per 15 giorni con la medesima soluzione di solfato magnesiaco (1 grammo di sale cristallizzato in

500 gramme di acqua distillata) pianticelle di *hordeum vulgare* seminate e cresciute nella terra. In tutto questo spazio di tempo le goccioline che si presentavano alla sommità delle foglie contenevano il sale di magnesia indecomposto; le piante non diedero indizio di patimento. Anche le radici si conservarono illese con succiatori abbondantissimi e ripieni della materia mucoso-granellosa loro propria.

Pianticelle di orzo seminate da sei giorni nella sabbia granitica previamente trattata coll'acido solforico e lavata, vennero innaffiate con una soluzione di una parte di solfato magnesiaco in 500 gramme di acqua distillata. Dopo il secondo innaffiamento le goccioline contenevano il sale. Le radici erano sane.

Piante d'orzo cresciute nella sabbia trattata come quella che servì nella esperienza precedente, vennero per 15 giorni continui bagnate colla solita soluzione di solfato di magnesia (1 grammo in 500 grammi d'acqua). Dopo il quindicesimo giorno le pianticelle si trovarono meno vigorose di altre piante di orzo cresciute egualmente nella sabbia granitica lavata, ma irrorate con semplice acqua comune; erano però più rigogliose di quelle che contemporaneamente erano cresciute nella sabbia ma innaffiata con acqua distillata purissima.

Ben considerate queste esperienze, istituite sotto un principio diverso, provano quanto già venne provato da quelle del Bouchardat, cioè che le soluzioni, quantunque allungatissime, danneggiano e non nutrono le piante; che il loro guasto è tanto più facile e pronto, quanto più agiscono a lungo e da sole, vale a dire senza il concorso del terreno; il quale pure esercita una tanto minore azione preservativa quanto più la sua chimica composizione sia meno atta a scomporre o trattenere i materiali disciolti. In pari tempo provano che, sospendendo l' innaffiamento a tempo opportuno, cioè dopo poche volte, la pianta non soffre o può riaversi, perchè abbandona quanto forzatamente ha assorbito, ma non assimilato.

§ 16. — Supposto che le soluzioni nutrano, il terreno non le cede. Sperienze di Malaguti, Regnault, Thenard e Brustlein.

Pure, voglio concedere che le piante si nutrano per mezzo de' materiali disciolti nell'acqua ed assorbiti dal terreno; allora resterà solo a provare che il terreno, nelle condizioni normali, ceda queste sostanze all'acqua. La prova è semplicissima, ed ognuno può convincersi prendendo terreno coltivabile, stemperandolo nell'acqua distillata, indi passando al filtro la terra così imbevuta, ed esaminare l' acqua passata al di sotto.

Liebig, nel citato numero della Gazzetta universale, aggiunge:

La terra coltivabile non cede ma trattiene le soluzioni dei sali alcalini e l'ammoniaca.

Vediamo ora se questo fatto fu per la prima volta trovato dal Liebig, oppure se altri, in altri tempi ed altre condizioni, abbiano riscontrato lo stesso.

Nella IV.ª Lezione di Chimica Agraria del professor Faustino Malaguti, trovo le seguenti espressioni:

Una delle proprietà più rimarchevoli dell' argilla è quella di condensare ne' suoi pori l'ammoniaca introdotta nelle terre dalle acque pluviali o dagli ingrassi, e che altrimenti si disperderebbe a scapito della vegetazione.

Indi:

Nelle ceneri de' vegetali si trovano quasi sempre date quantità d'alcali. Sarebbe lecito di ammettere a priori che le terre coltivabili contengono quasi sempre dei sali alcalini (il che è contraddetto dal fatto), i quali, essendo quasi tutti solubili, dovrebbero lasciarsi isolare dall'acqua. Però accade ben di rado che, lavando una terra arabile, *a meno che non sia stata letamata recentemente*, se ne separi dei sali alcalini. D'onde vengono adunque gli alcali che si trovano in quantità nelle ceneri? Ab-

biam detto che le argille normali contengono sempre dei piccoli frammenti di rocce alcaline, dalle quali derivano (feldspato, ecc.) Ora, egli è più che probabile che cotesti frammenti siano sempre in via di lenta scomposizione, e che gli alcali, che rendono liberi, siano a poco a poco e mano mano assorbiti dalle radici. In complesso le argille sostengono in agricoltura un'azione meccanica ed un'azione chimica che non può essere disconosciuta.

E questo modo di osservare del Malaguti s' accorda assai bene colla conclusione del Bouchardat alla Memoria del 20 aprile 1846.

Regnault, nel corso elementare di Chimica, parlando delle cause per le quali così forte riesce la presa nelle calci idrauliche, la dice dipendere da una combinazione chimica che avviene fra la calce e la silice dell'argilla, la qual combinazione può essere riconosciuta colle seguenti sperienze:

Se si mantiene per qualche tempo, in una boccia chiusa, acqua di calce ed argilla disseccata alla temperatura di 300° a 400°, si trova che l'argilla toglie la calce all'acqua, e, dopo un contatto sufficientemente prolungato, l'acqua non rende più azzurra la tintura di tornasole arrossata. Se all'argilla si sostituisce silice gelatinosa, questa porta via egualmente la calce, quantunque meno energicamente. Anche l'allumina idrata porta via un poco di calce; mentre la magnesia, l'ossido di ferro e di manganese non ne tolgono sensibilmente. Questa esperienza prova che l'allumina, la silice, e sopratutto l'argilla, hanno per la calce un'affinità abbastanza grande per toglierla all'acqua, e fissarla allo stato di combinazione insolubile; mentre la magnosia, l'ossido di ferro, come la silice allo stato di sabbia quarzosa, non godono di questa proprietà. — Se s' impasta acqua di calce con silice gelatinosa, previamente disseccata e ridotta in polvere farinosa, e la si abbandona a sè per qualche tempo, avviene combinazione d'una parte della calce colla silice. — Riscaldando a calore ben diretto un miscuglio molto intimo di carbonato di calce e d'argilla, si ottiene una materia che coll' acqua dopo

qualche tempo s'indurisce, presentando una vera combinazione chimica. — Un mattone ordinario abbandonato per qualche tempo nell'acqua di calce, diventa totalmente bianco alla superficie; esso ricopresi d'una pellicola di calce caustica che l'acqua non può disciogliere. — Lasciando per alcuni giorni pozzolana in polvere fina, in una boccia ripiena d'acqua di calce e ben chiusa, la pozzolana s'impadronisce di tutta la calce. — Infatti la maggior o minor prontezza della presa delle calci idrauliche dipende dalla maggiore o minore quantità proporzionale d'argilla contenuta.

Ecco pertanto che le argille, dietro le asserzioni di valenti chimici, non abbandonano sali alcalini di sorta, assorbono anzi ammoniaca, e trattengono la calce. Ma continuiamo a passare in revista le asserzioni che, per la loro data, non possono essere tacciate di sospetto o prevenute.

P. Thénard, nella seduta del 20 aprile 1857, lesse una Memoria all'Accademia delle Scienze in Parigi, colla quale mostrava che:

L'allumina (che fa parte di tutte le argille) poteva assorbire il 50 per 100 del proprio peso in tintura di concime, ossia 2,50 per 100 di azoto. I sali neutri d'allumina poterne assorbire anche il 5 per 100. L'ossido di ferro avere le stesse proprietà quantunque formasse poi un prodotto meno stabile. I sali calcari avere un'identica azione. Sembrar quindi che l'allumina, gli ossidi di ferro ed il carbonato di calce siano gli elementi conservatori dei concimi, formando con esso delle lacche, che il tempo, l'aria e l'acqua non istruggono se non assai lentamente, *au fur et mesure du besoin, et à la solicitation des plantes.* Essere però necessario che il concime abbia subito la fermentazione.

Assai più importante ed istruttiva è la Memoria di F. Brustlein *Sulla proprietà assorbente del terreno coltivabile.* In essa trovansi indicazioni e sperienze su tale argomento le quali hanno una data anteriore a quanto

il Liebig inserì nella Gazzetta Universale, e che forse aprirono allo stesso chimico tedesco la strada alle deduzioni esposte in quel periodico. Troppo lunga cosa sarebbe il riprodurre per intiero la Memoria del Brustlein; mi limiterò quindi a citare quanto maggiormente ci può interessare:

Nel 1848, Huxtable e Tompson scopersero nel terreno coltivabile una nuova proprietà, quella di fissare alcuni elementi dai concimi. Huxtable, filtrando concime liquido da stalla (*purin*) sopra terra coltivabile, ottenne un liquido incoloro privo d'ogni cattivo odore. Nella stessa epoca H. S. Tompson riconobbe nella terra la curiosa proprietà di trattenere, *allo stato insolubile*, l'alcali d'una soluzione ammoniacale, ed anche di soluzioni nelle quali la base *non era più allo stato libero*, ma impegnata in combinazioni, quali il cloridrato, il solfato e l'azotato d'ammoniaca. Th. Vay, venuto in cognizione di questi risultati, intraprese una lunga serie di ricerche all'intento di determinare la causa e le condizioni di quest'assorbimento; e trovò che la proprietà assorbente delle terre non è limitata alla sola ammoniaca, ma che si estende a tutte le basi alcaline e terrose indispensabili allo sviluppo d'un vegetale, quali la potassa, la soda, la magnesia e la calce, sia libero che in combinazioni saline.

In seguito Vay cercò d'esprimere con cifre il valore dell'assorbimento; e perciò fece digerire un peso conosciuto di terra in una soluzione nella quale era determinata la quantità del composto che volevasi esperimentare. La differenza della composizione del liquido, prima e dopo il contatto colla terra arabile, indicava quanto era stato assorbito. Per tal guisa trovò che 1 chilogrammo di terra o d'argilla poteva assorbire, da una soluzione contenente 3^{gr},173 d'ammoniaca per litro, libera o combinata ad un acido, quantità d'alcali identiche per la medesima terra, ma variabili secondo le varietà di terra o d'argilla, da 1^{gr},57 a 3,021. Queste cifre però non sono assolute, e sono modificate dal grado di concentrazione del liquido, e della proporzione colla quale sta il liquido relativamente alla terra.

L'assorbimento è rapido, ed è egualmente completo dopo una

mezz'ora che dopo 15 ore. Se trattasi d'un sale, esso vien decomposto, la sola base è fissata mentre l'acido, siccome disciolto, viene colla decantazione, eliminato in totalità allo stato di sale calcare.

Way, ricercando la causa, si domanda se debbasi attribuire questo fenomeno alla calce, alle materie organiche od all'allumina libera, contenute nel terreno. Aggiunse carbonato di calce ad un'argilla che n'era esente, che conteneva una leggier dose d'elemento calcare in diversa combinazione, ma l'assorbimento d'ammoniaca non fu maggiore. L'incenerazione dell'argilla distrusse le materie organiche ma non impedì l'assorbimento, come egualmente avvenne sciogliendo e sottraendo l'allumina coll'acido cloridrico.

Pertanto, i sali di calce filtrati attraverso la terra non subiscono alcuna modificazione; l'acqua di calce, secondo le proporzioni adoperate, abbandona nelle stesse condizioni una quantità d'alcali che per 1 chilogrammo di terra, varia da 2^{gr},31 a 14^{gr},68. Il carbonato di calce disciolto in acqua carica d'acido carbonico, dalla stessa quantità di terra, viene assorbito per 0^{gr},72.

I sali di soda e di magnesia subiscono parimenti una trasformazione; ma l'azione è meno pronunciata.

Se le basi vengono trattenute dal terreno, gli acidi, come l'acido fosforico, che forma colla calce dei composti insolubili, devono pure essere trattenuti. Perciò, Way pose della terra a digerire in acqua di macerazione del lino, e filtrò attraverso uno strato di terra dell'acqua di cloaca. In ambi i casi la terra ritenne in totalità le sostanze più utili alla vegetazione, materie organiche od azotate, acido fosforico, potassa e magnesia, le altre passarono intieramente colle acque o quasi intieramente.

Perciò Way arrivò alle seguenti rimarchevoli conclusioni. Le piante non assorbono le materie concimanti d'una soluzione. La forma nella quale sono applicate le materie minerali ed i sali ammoniacali è indifferente, perchè *il terreno possiede la proprietà di ricondurle ad uno stato speciale, ed in questo vengono presentati alle piante;* circostanza preziosa per l'agricoltura che voglia adoperare un alcali siccome concime. Il sale che fornirà quest'alcali al prezzo inferiore, sarà il preferibile.

Digitized by Google

Way riconobbe eziandio che l'argilla ha proprietà antisettiche, poichè l'orina agitata o filtrata coll'argilla, non subì la fermentazione putrida, il che potrebbe far credere, fondandosi sull'efficacia della stabulazione delle pecore, che le piante hanno la facoltà d'assimilare delle sostanze azotate diverse dell'ammoniaca e dell'acido azotico. Asserisce finalmente che per tutto questo si può praticare anche una forte concimazione, senza timore che se ne disperda colle acque di drenaggio, poichè *una buona terra può trattenere senza perdita, una quantità di principj fertilizzanti sessanta volte maggiore di quella che ordinariamente s' introduce coi concimi.*

Wittenneberg e F. Stohmann ripeterono le sperienze di Way, con identici risultati, e tanto regolari che Bœdecker stabilì persino delle formole algebriche.

Liebig riprese i lavori di Way, applicandosi esclusivamente alle terre arabili, e riconobbe che tutte all'incirca avevano la medesima facoltà assorbente, quando pure contenessero differenti quantità di calce o d'allumina, e constatò, come si vidde, che la facoltà assorbente non era eguale per tutte le basi.

Per simili fatti, e vista la debole proporzione di principj minerali che si riscontra nelle acque di drenaggio, Liebig pure conclude che *le materie concimanti vengono presentate alle piante sotto una forma speciale, e che in ragione dell' insolubilità dei nuovi composti formatisi, deve esistere nelle radici una forza speciale che loro permette di scegliere e d'assimilarsi quelle sostanze che più non potrebbero avere da una soluzione.*

L'alimentazione delle piante, continua Brustlein, non sarebbe dunque così semplice quanto i fisiologi e gli agricoltori la pensano, e non si farebbe nello stesso modo in tutte le specie. Essere pertanto di somma importanza ripetere gli sperimenti, che egli intraprese ad istanza e col concorso del signor Boussingault. Questi sperimenti, salve piccole differenze, confermano quelle di Way; ma crede l' assorbimento un fenomeno puramente fisico, poichè anche la torba ed il terriccio, che si trova nel tronco guasto delle piante, agiscono assorbendo, sebbene siano d' una composizione meno complessa di quelle del terreno, e la scomposizione d' un sale ammoniacale è resa possibile dalla presenza

del carbonato di calce o di magnesia in istato d'estrema divisione.

La terra carica di ammoniaca ne perde una certa quantità rimanendo esposta all'aria, e tanto più quanto più la terra è umida. L'ammoniaca nella terra secca gode di molta stabilità.

Brustlein termina la Memoria colle seguenti conclusioni: La proprietà del terreno coltivabile d'assorbire l'ammoniaca, dipende quasi esclusivamente dalla costituzione fisica delle sostanze minerali ed anche organiche colle quali è formato. È indispensabile nel terreno l'esistenza d'un carbonato, acciò siavi scomposizione d'un sale ammoniacale, ritenendo la base. È considerevole l'assorbimento dell'ammoniaca quando la terra si trovi in un'atmosfera che ne sia carica. In una terra carica d'ammoniaca ed inumidita vi fu una leggier produzione d'acido azotico. L'ammoniaca è molto stabile nel terreno secco, ma si sperde facilmente coll'umidità.

Malaguti e P. Thénard attribuirebbero all'allumina, all'ossido di ferro, ecc., proprietà identiche, di assorbire e trattenere, allo stato di chimica combinazione, alcune delle più importanti sostanze che dapprima, essi medesimi, credevano venissero cedute. Che se Thénard indica *essere necessaria la fermentazione* del concime, perchè venga assorbito l'azoto dell'ammoniaca, egli è che per tal mezzo i materiali utili si riducono a più semplici combinazioni, e quindi in istato di poter facilmente essere trattenuti od entrare in combinazione coi materiali terrestri. E se il Malaguti asserì che *ad eccezione del caso di terra recentemente letamata*, essa non cedeva sali alcalini col dilavamento, egli è che in quel caso i materiali concimanti non hanno tempo d'essere tutti ridotti allo stato suenunciato, nè tutti a contatto del terreno, epperò facilmente se ne potrà separare qualche porzione col dilavamento. Ma tutti sanno che le soluzioni concimanti, come i concimi solidi, quando sono appena aggiunte al terreno, cioè nello stato nel quale potrebbero

cedere qualche cosa, non agiscono favorevolmente sulla vegetazione, e che anzi talvolta le arrecano danno. Laddove, cominciano appunto ad esercitare i benefici loro effetti allorchè, essendo passato un tempo più o meno lungo, a norma che pel loro stato primitivo di minor o maggior suddivisione, può ritenersi che i materiali concimanti siansi combinati a quelli del terreno.

Le sperienze di Brustlein confermano tutte quelle finora citate sulla facoltà che ha il terreno coltivabile di assorbire i materiali utili alle piante, esercitandole di preferenza coi materiali che più abbondano d'argilla nella loro composizione; e sebbene riconosca che le materie concimanti devono essere presentate in condizioni speciali alle radici delle piante, che devono cioè subire alcune modificazioni chimiche, pure gli sembra più facile che assorbano i materiali utili ridisciolti dopo quella speciale previa modificazione, che non quelli che si conservarono costantemente allo stato di soluzione e non assorbiti e trattenuti dal terreno. Chiude pertanto la succitata memoria con queste parole:

Tenendo conto della debole dose d'ammoniaca che esiste nel suolo arabile, della sua minima solubilità e diffusione; sapendo inoltre che le reazioni degli altri alcali, salvo la volatilità, sono identiche a quelle dell'ammoniaca; sembra assai probabile che le piante scelgano la massima parte dei loro alimenti in soluzioni allungatissime, nelle quali si trova l'elemento azotato che loro è necessario allo stato d'ammoniaca o d'acido azotico. Non è a dubitare che sia così; i vegetali acquatici ne forniscono la prova, e le belle sperienze di Boussingault stabilirono che una pianta acquista un completo sviluppo in una terra formata di sabbia quarzosa pura e calcinata, avendo per unico ingrasso nitrato di potassa, fosfati e ceneri alcaline. In queste condizioni, il vegetale è necessariamente obbligato a prendere il suo alimento in una soluzione.

Secondo me questa conseguenza non è strettamente logica. Le sperienze del Boussingault non provano punto che le piante si alimentano prendendo alimento da soluzioni allungatissime: la sabbia quarzosa calcinata, cui venne aggiunto nitrato di potassa, fosfati e ceneri alcaline, non si può considerare pari ad una soluzione; ma prova che le piante possono vivere col semplice concorso di materie inorganiche minerali od incombustibili, e che le materie organiche o combustibili le trovano nell'aria atmosferica, come evidentemente ce lo mostrano le piante viventi nelle fessure de' muri e fra i crepacci delle rocce. —Se l'agricoltura introduce nel terreno elementi organici combustibili, non intende già con ciò di rendere possibile la vegetazione, ma di renderla più pronta, abbondante e vigorosa, coll' esibirle un terreno che meglio si presti a servirle d' alimento.

§ 17. — **Il terreno non solo non cede, ma assorbe e trattiene. L'acido umico del Risler.**

Risler nelle sue ricerche sopra il terreno coltivabile (Archives de Généve. Tom. I. Avril 1858) non sembra edotto di quanto scrisse il Liebig. In queste trovansi fatti ed osservazioni che tornano utili al nostro proposito, avendo esse di mira la facoltà solvente che esercita l'umus sui materiali terrestri. — Se tutti i pratici sono concordi nell'apprezzare la presenza dell'umus o terriccio vegetale nel terreno, osservando che ove questo esista, a parità di condizioni, si hanno prodotti migliori e si possono fare più svariate coltivazioni, i teorici però non poterono finora accordarsi nel dare la spiegazione a questa influenza; alcuni l'esagerarono, altri la negarono. Pure i vantaggi dell'umus nel terreno sono

incontrastabili; e, se può essere un errore l'esagerarli, un errore assai maggiore è certamente quello di negarli affatto.

Teodoro de Saussure asserì pel primo che non tutto il carbonio delle piante proveniva dall'aria, ma che in parte vi arrivava dal terreno, sotto forma d'umus solubile nell'acqua. Egli avrebbe trovato, negli estratti di terricio fatti con acqua, una sostanza organica che le piante assorbono. Priestley, de Bonnet e Sennebier affermarono lo stesso: ma le sperienze del Saussure, riprese dal Bouchardat, diedero all'incontro risultati del tutto opposti, come si può vedere a pagina 151 delle sue Recherches sur la Végétation. Liebig. (Chimie appliq. à l'Agricult. 2.e edit.) nega pure le conclusioni di Saussure.

Risler pertanto, richiamando l'attenzione sulle sperienze di Carlo Sprengel, vorrebbe attribuire una grande azione all'acido umico contenuto negli estrati acquosi di terriccio, e così spiegare la sensibile differenza che passa fra i terreni che lo contengono, e quelli che ne sono sprovvisti. Secondo Sprengel, l'acido umico si combina più energicamente dell'acido carbonico a tutte le basi che si trovano nel terreno coltivabile; e le combinazioni risultanti sarebbero poi più solubili nell'acqua che nell'acido umico stesso, e più ancora nelle soluzioni ammoniacali che nell'acqua pura. — Come si vede, Sprengel, adottando l'assorbimento delle sostanze che servono alla nutrizione delle piante, ricorre ad un mezzo per spiegare la possibilità del loro disciogliersi. — Esso aggiunge che l'acido umico perde la solubilità a 0°, e l'aumenta a più elevata temperatura; quest'acido sarebbe avidissimo dell'acqua, potendone assorbire perfino il 95 per 0|0; coll'essicamento perde parimenti la solubilità, ed esposto all'aria si converte in acido carbonico ed acqua; combinato alle basi, si decompone più lentamente, lasciando dei carbonati per residuo. Questi diversi fenomeni pre-

sentati dall'acido umico spiegherebbero, secondo Sprengel, la cessazione della vegetazione durante il verno e durante la siccità, la maggior assimilazione di carbonio che avviene nelle epoche calde o nei climi caldi, nonchè la grande facoltà di assorbire e trattenere l'umidità che godono i terreni ricchi di terriccio. — Ma questi stessi fenomeni possono spiegarsi in parte per una simile azione dell'acido carbonico a norma del diverso grado di temperatura (§ 30), ed in parte colla mancanza di foglie o di umidità, o colla maggior o minor porosità del terreno.

Per trovare le soluzioni de' materiali inorganici nell'estratto di terriccio, Risler prese due parti eguali di 3 chilogrammi di terra coltivabile, e vi aggiunse un'egual peso di acqua distillata. L'una fece bollire, e l'altra lasciò digerire a 20° C.: filtrò, evaporò a bagno-maria, indi essicò in una stufa a 100°. Dall'estratto bollito ebbe per residuo 3^{gr},426, dei quali 1^{gr},519 di materie organiniche, e 1^{gr},907 di ceneri. Dall'estratto a 20° ebbe 3^{gr},112, dei quali 0^{gr},950 di materia organica e 2^{gr},162 di ceneri. La bollitura diede adunque maggior residuo organico; la temperatura di 20°, maggior quantità di ceneri. Due terzi di queste ceneri erano costituite da silice e carbonato di calce. — A tale proposito mi sia lecito soggiungere che una soluzione filtrata, evaporata e disseccata può lasciare per residuo dei sali i cui componenti esistevano nella soluzione, ma che, colla evaporazione e coll'essiccamento all'aria libera, possono al fine aggrupparsi o combinarsi in modo assai diverso da quello col quale trovavansi nella soluzione, e quindi abbandonarci dei residui che non ci rappresentino esattamente i sali esistenti nel terreno.

Ciononpertanto le medesime terre, dopo il gelo, trattate con acqua fredda, diedero estratti quasi incolori; e gli estratti ottenuti colla bollitura, abbandonati a sè,

si decomposero, lasciando residui nei quali dominavano il ferro, la silice e la calce.

§ 18. — Combustione lenta ed umificazione.

Asserisce il Risler che l'umus è il prodotto delle sostanze organiche vegetali decomposte sotto l'influenza dell'aria, dell'acqua e d'una temperatura superiore a 0° ed inferiore a 100°; e che l'*umificazione* differisce dalla combustione lenta, in quanto che ha luogo in contatto delle materie inorganiche del terreno, colle quali forma delle combinazioni, specialmente per mezzo dell'acido carbonico sviluppantesi dalla lenta scomposizione dei vegetali. — E qui appunto stà, secondo me, la differenza che spesso si riscontra negli effetti della presenza dell'umus, e che procurò la distinzione di *umus acido*, inerte o nocivo, e d'*umus dolce*, attivo, benefico.

Le sostanze vegetali, prive di vita ed abbandonate a loro stesse, passano per due diversi stadj; il primo di *combustione lenta*, ed un susseguente che, con Risler anch'io dirò di *umificazione*. Il primo stadio, ossia la lenta combustione si effettuerebbe per mezzo degli elementi proprii delle materie organiche vegetali e con quelli forniti dall'aria e dall'umidità. L'umificazione, od il secondo stadio, sarebbe la combinazione del residuo, o del risultato finale della lenta combustione, coi materiali terrestri. Finchè le materie organiche si trovano allo stadio di lenta combustione non sono gran fatto utili alla vegetazione, spesso anzi inerti, presentano reazione acida, e furono distinte col nome di umus acidi. Di tal sorta sono le torbe di più o meno recente formazione, la superficie dei boschi, delle brughiere, dei terreni paludosi, e perfino quella tal porzione di cotica spugnosa, quasi torbosa, che ad ogni tanto si leva ai prati presso Milano

irrigati colle acque della Vettabbia. Quanto più la parte vegetale trovasi in maggior quantità, altrettanto riesce prolungato il primo stadio, ossia la combustione lenta; ed in simili terreni non allignano che piante erbacee di minor conto, canne, giunchi, ecc. — Che la sovrabbondanza di materie vegetali nel terreno, ritardi il risultato della lenta combustione, e che il residuo della lenta combustione non basti da solo a favorire la vegetazione, possiamo provarlo coi seguenti fatti. — Le ceneri sono l'ultimo risultato della lenta combustione, contengono tutto ciò che d'inorganico contenevano le piante; solo l'umidità e parte delle materie gasose se ne dipartirono durante la combustione. Ma queste materie gasose sono ancora nell'atmosfera, e l'umidità può essere nuovamente fornita dalle piogge, o con qualche mezzo artificiale. Ebbene, coltivate due piante della stessa specie, l'una sulla cenere pura, l'altra in terreno diligentemente mescolato a cenere, e vedrete sicuramente vegetare assai meglio la pianta coltivata in quest'ultima condizione che quella nella cenere pura. Coltivate una pianta sopra un ammasso di puro letame da stalla, ed altra eguale in terreno ben mescolato a concime, ed anche in questo caso farà miglior riuscita la pianta che col concime trova anche il terreno. Così pure gli effetti utili dell'umus nel terreno si fanno maggiormente sentire ove si trovi in proporzione non maggiore del 12 per cento circa, e che mai non superi il 28 od il 30.

Pertanto tutto mi porta a credere che i residui della lenta combustione, al pari delle materie concimanti, avanti d'esser poste a profitto delle piante, debbano umificarsi, unirsi o combinarsi, ai materiali terrestri. — Infatti, volete correggere o migliorare le condizioni dei terreni la cui superficie può considerarsi una torba od una spugna vegetale? Non avete che ad affrettare il risultato della lenta combustione coll'abbruciarne la superficie, mesco-

lando poi col lavoro le ceneri al terreno sottoposto. Non potete o non volete fare questa operazione, perchè non vi siano le condizioni opportune, trasportatevi terra da qualche altro punto, e stendetevela sopra in istrato non molto alto; fatela penetrare negli interstizi, passandovi sopra un erpice intrecciato di rami spinosi, ed in breve tempo ne avrete cambiato l'aspetto, tanto più se alla terra avrete agiunto calce appena spenta. Ordinariamente le terre quanto più son ricche di materie vegetali lentamente combuste, altrettanto mancano di materiali calcari, poichè l'abbondanza d'acido carbonico sviluppantesi dalla scomposizione di quelle, riduce a bicarbonato solubile le combinazioni calcari che poi vengono dalle acque trascinate fuori del terreno o nei suoi strati più profondi. Pertanto a tutte le terre eminentemente vegetali è sempre di gran vantaggio l'aggiunta della calce o della marna. Nei prati, più volte citati, presso Milano, se la parte spungosa che si leva non fosse nuovamente utilizzata ad aumentare gli ammassi di concime solido, od a ricevere il concime liquido; e più ancora se, lasciata in posto, non alterasse col tempo la livellazione del prato, si potrebbe risparmiare la spesa del levare e rimettere le cotiche, col semplice aggiungere terra sulla superficie, e poi farvela penetrare come ho detto. I nostri agricoltori già conoscono in effetto questo principio, poichè dove nei prati, per un eventuale depressione o per mancanza di pronto scolo, si mostrino muschi od erbe palustri, stendono ogni anno un leggier strato di terra, anche non grassa, e questa basta non solo a rialzare la depressione, ma eziandio a cambiare la natura delle erbe, ed a rinvigorire grandemente la vegetazione. La terra aggiunta e specialmente le terre alcaline avrebbero eziandio per iscopo di fornire le basi agli acidi vegetali, che si svolgono durante la lenta combustione, nei quali entra sempre come uno dei principali l'acido carbonico,

per il che formerebbersi sali più facilmente assimilabili dalle piante. L'utilità della compressione della cotica dei prati, praticata in primavera, facendovi passar sopra un cilindro pesante di pietra, oppure facendovi pascolare il bestiame in autunno, e poi uguagliando la superficie in primavera col suddetto cilindro, trova la spiegazione nell'esposto principio, nel ridurre cioè a maggior contatto le radici col sottoposto terreno.

Nelle terre prive naturalmente di sostanze vegetali, il sovescio ed il lavoro sarebbero due agenti efficaci di umificazione (Vedi § 21). Pel sovescio si scelgono quindi piante le quali, nel più breve tempo possibile, si rivestano di abbondante fogliame, allo scopo di rendere più pronta quest'umificazione preparatoria del terreno, sotterrando la maggior possibile quantità di materie vegetali.

Per questi fatti, invece di distinguere l'humus in acido e dolce, sarebbe più conveniente il distinguerlo in *torboso*, o materia vegetale in istato di lenta combustione, ed in *terriccio*, o materia vegetale umificata per l'avvenuta combinazione coi materiali inorganici terrestri. E le materie vegetali sarebbero utili alla nutrizione delle piante soltanto in quest'ultimo stato, in modo non diverso da quello che tengono i concimi, i quali dovrebbero combinarsi ai materiali terrestri prima di entrare nell'organismo delle piante.

Queste considerazioni, io non ritengo inutili all'intento di riunire sotto un sol punto di vista il modo di agire delle diverse sostanze che naturalmente si trovano nel terreno, o che artificialmente vi si aggiungono; sembrandomi che un principio possa acquistare maggior fondamento allorquando spieghi il maggior numero possibile di fenomeni.

§ 19. — Ancora l'acido umico del Risler.

Ora torniamo alla Memoria del Risler. Egli, col provare la solubilità dell'acido umico e delle combinazioni di questo colle basi alcaline; vuol dedurne la conseguenza che, quanta maggior copia di sali solubili si formerà nel terreno, in altrettanta maggior quantità questi potranno passare nell'organismo vegetale; e ritiene che gli estratti acquosi delle terre fornirebbero agli agricoltori una norma più sicura per giudicare della fertilità del suolo che non le analisi chimiche. Per ciò si appoggia ad un' espressione del Gasparin, il quale dice esser necessario esaminare le terre coltivabili in vista dello scopo cui devono adempire, quello cioè di nutrire le piante pel mezzo di materiali che l' acqua può disciogliere.

Ma i 3 grammi circa di materia estratta da 3 chilogrammi di terra cui fu aggiunta una tanta quantità d'acqua sono ben poca cosa, avuto anche riguardo alla temperatura cui mantenne la terra imbevuta; ed il residuo di silice e di carbonato di calce indicano essere stata una terra sciolta silicea, quantunque fornita d'humus. — Inoltre, la stessa terra, trattata a freddo, lasciava passare un liquido incoloro; e quando fece passare estratti coloratissimi di terriccio per l'argilla, per la creta e pel nero animale, la soluzione usciva totalmente incolora dal nero animale, e quasi incolora dall' argilla o dalla creta. E questo, dice Risler istesso, prova che l'humus solubile è assorbito dalle materie fine o molto porose, il che impedisce nella pratica l'esaurimento troppo rapido del terreno coltivabile.

Per conseguenza, se i residui od estratti delle terre

diluite e filtrate sono così minimi; e se il più delle volte, per la bassa temperatura o per la presenza dell'argilla o della creta, questi residui riescono anche nulli, come mai dalla loro quantità potremo giudicare la maggiore o minor fertilità dei terreni, se i migliori, contenendo argilla, sono appunto quelli che non ne forniscono? Ma siccome la presenza dell' humus è incontrastabilmente utile e che esso pure, nelle ordinarie condizioni, se è disciolto, è assorbito dal terreno, bisognerà ben dire che non è allo stato di soluzione che le piante lo utilizzano.

A mostrare l'utilità delle soluzioni procurate dall'acido umico, ossia degli estratti, Risler prese dei giacinti, delle cipolle, e delle carote già formate e levate dal terreno; le pose negli estratti colorati, e questi, dopo un certo tempo, si scolorarono. La stessa sperienza colle piante coltivate gli riuscì più difficile; ed alcuni grani di frumento, fatti galleggiare sopra un estratto d' humus, germinarono perfettamente, svilupparono foglie di due decimetri di lunghezza, che perirono le une dopo le altre; le piante tallirono, ma non formarano stelo. Ma queste sperienze a nulla conducono che provi la nutrizione delle piante per mezzo dell'assorbimento di alimenti disciolti, e forse provano precisamente il contrario. I giacinti, le cipolle e le carote, hanno una parte carnosa da esaurire, o colla quale prolungare la propria esistenza; i semi hanno una massa cotiledonare da elaborare; ma quando i materiali proprj sono consumati, la pianta deperisce. Lo stesso autore confessa che le piante d'ordinaria coltivazione assorbono lentamente il liquido, vegetano male e periscono; attribuendone però la causa al trovarsi queste in condizioni anormali, cioè fuori del terreno. — Ma se gli estratti di terreno coltivabile fossero sufficienti ad alimentare le piante, il terreno non sarebbe necessario, e funzionerebbe solo qual sostegno; che anzi quando contenesse creta od argilla, non farebbe

che danno, assorbendo ogni cosa per sè, come lo stesso Risler ci afferma.

Contento il Risler d'aver trovato nell'acido umico un solvente a tutti i materiali utili alle piante, ne spinge l'applicazione oltre ogni credere. Ei dice che nel primo periodo di vegetazione le materie organiche solubili dell'humus servono di complemento all'alimento che forniscono i cotiledoni del seme, giungendo perfino a credere che, in tutte le fasi della vegetazione, la formazione delle radici sia dovuta soltanto all'humus. — La prima parte può essere indirettamente vera in alcune condizioni, ma non è mai indispensabile; potendosi effettuare la germinazione in qualunque sorta di terreno anche privo d'humus, e nell'acqua pura, e ciò a sole spese della massa cotiledonare. La seconda parte dell'asserzione diventa affatto assurda, poichè rifiuterebbe la possibilità che hanno i semi e molte piante di mettere le radici anche pel semplice contatto dell'umidità, sia nell'acqua pura, sia nella sabbia inumidita; eppertanto secondo il Risler nessun seme, nessun tubero; radice carnosa, talea, ecc., potrebbe germinare o vegetare in terreno privo d'humus.

Finalmente, lo stesso autore, avendo esposto che l'acido umico, e le combinazioni di quest'acido coi materiali alcalini terrestri, sono tanto più solubili quanto più la temperatura è elevata, vorrebbe convalidare la propria opinione mostrando che le piante, nelle quali abbondano i prodotti ricchi di carbonio (amido e zucchero) sono quelle appunto che esigono un clima caldo. — Io non nego il fatto, anzi io pure credo che l'assorbimento, e quindi l'azione solvente dell'acido carbonico, aumenti coll'innalzarsi della temperatura (vedi § 30); ma non so come Risler abbia potuto dedurla dalle proprie sperienze, poichè i tre chilogrammi di terra trattati con acqua a 100°, diedero un minor residuo di ceneri,

Digitized by Google

che non i tre chilogrammi fatti digerire a 20°. E queste ceneri dovrebbero appunto rappresentare le terre e gli alcali che concorrono alla formazione dell'amido e dello zucchero. — Inoltre, i terreni de' climi caldi sono ordinariamente i più sprovvisti di humus, mentre i frutti più dolci li abbiamo da terreni aridi calcari, vulcanici; ed i nostri terreni, anche più ricchi di terriccio, non ci darebbero mai nè l' amido nè lo zucchero de' climi caldi, quantunque nelle altre circostanze si possano considerare identici. È vero che, a parità di clima, i terreni ricchi di terriccio possono fornire, per esempio, un prodotto di pomi di terra e di melgone (prodotti ricchi d'amido) maggiore che non un terreno sprovvisto d' humus; ma ciò è dovuto anche a tant' altre condizioni secondarie: del resto una terra argillosa ma soffice, o come si dice grassa, darà un prodotto anche migliore che non il terreno ricco d' humus. Inoltre noi possiamo aumentare o favorire la produzione dell' amido o de' sughi dolci somministrando al terreno materiali inorganici alcalini (ceneri), meglio che coll'aggiungervi ed aumentarvi il terriccio.

Risler insomma, riguardo all'humus, cadde nelle stesse esagerazioni nelle quali caddero quelli che nulla di buono potevano immaginare senza l' azoto. O, per lo meno, coll' acido umico e colle proprietà attribuitegli, volle pur trovare un mezzo di poter far entrare allo stato di soluzione i materiali inorganici nell' organismo delle piante.

§ 20. — **Fatti comprovanti la facoltà assorbente del terreno.**

Prima di andare più oltre, osserviamo se in natura ci si presentino dei fatti, i quali ci confermino nelle opinioni finora emmesse intorno alla facoltà assorbente del

Digitized by Google

terreno, ovvero sulla necessità che i materiali terrestri, entrino fra di loro, o cogli aggiunti, in certe combinazioni, prima di penetrare nell'organismo vegetale. — Pertanto in pratica si dice che le terre silicee sciolte mangiano o distruggono i concimi: e che le forti argillose, più tardi fanno sentire gli effetti della concimazione, ma che, conservando maggiormente i materiali concimanti, non esigono d' essere ingrassate così frequentemente quanto le prime. E non solo le terre argillose, ma anche le silicee, col tempo, cioè con un contatto più prolungato, riescono ad assorbire i materiali disciolti nelle acque. Infatti sono meglio potabili quelle acque che abbiano percorso un più lungo tratto sulla ghiaja. Presso la sorgente molte acque contengono sali disciolti o per un eccesso d'acido carbonico o per una maggior temperatura ; ma in contatto dell'aria, o l'eccesso d' acido carbonico si svolge, o la temperatura diminuisce, ed i sali si depositano o trovano, nel loro corso, altri materiali cui combinarsi; in tal modo le acque correnti si rendono più pure. Nè sconosciuto è il metodo di depurare l'acqua e renderla potabile, quantunque contenente materie ammoniacali, facendola passare per l' arenaria. — I concimi aggiunti al terreno si fanno tanto più presto sentire quanto più si trovano già in uno stato di maggior divisione e di più semplici combinazioni, o di maggior scomposizione per effetto della fermentazione, e quanto più il terreno sarà parimenti soffice e poroso, ossia in condizione tale da presentare alle materie concimanti un facile ed esteso contatto col massimo numero di particelle inorganiche cui combinarsi. A questa condizione devesi l'effetto più pronto dei concimi solidi ben scomposti e sopratutto dei liquidi, confrontato con quello de' concimi solidi freschi, o dei liquidi per anco ben fermentati.

Epperò, non si dirà che i concimi liquidi, o eminen-

temente scomposti, *devono* essere sparsi poco prima dell'effetto che da loro si richiede, ma piuttosto che *possono* essere sparsi in tal'epoca.

La stessa quantità di concime, sia solido che liquido, esercita un'azione tanto maggiore, aumentando maggiormente il prodotto, quanto più complessa è la natura del suolo, cioè quanta maggior varietà di materiali cui combinarsi gli vien presentata dal terreno; la stessa quantità degli stessi concimi, aggiunta ai terreni che più a lungo e meglio potrebbero lasciar libere le sostanze concimanti allo stato solido o liquido, quali sono i molto silicei, produce un minor vantaggio che nei terreni che le trattengono. Laonde potrebbesi concludere che l'efficacia de' concimi non solo è in relazione alla qualità de' loro componenti, ma eziandio alla qualità minerale del terreno. Perciò il valore dei terreni aumenta in ragione che in essi diminuisce la quantità di silice, finchè l'eccesso d' argilla non produca altri inconvenienti fisici di svantaggio al coltivatore. Vedesi quindi prendere in affitto, o lavorare assai più volonterosamente terre forti, che terre sabbiose; e colui, il quale abbia in affitto due porzioni di terreno, l'una argillosa e l'altra sabbiosa, sebbene ambedue destinate ad eguali coltivazioni, profondere il lavoro ed il concime all'argillosa, persuaso che questa lo compenserà abbondantemente. — La coltivazione del riso, stabilita anche sopra terre di mediocre consistenza, non trae altro profitto, allorchè riceve l'acqua da risaje superiori, che quello d'imbeversi d'un'acqua meno fredda: il riso matura qualche giorno prima, ma non si riscontra differenza od aumento di prodotto se non quando le risaje superiori siano state abbondantemente concimate con materiali grossolani e freschi, e che il loro fondo sia di natura molto siliceo.

Se poi il terreno cedesse all'acqua i proprj materiali in istato di soluzione, che mai sarebbe di tutti i terreni

pendenti dopo forti e continuate piogge? Come mai si potrebbero conservar fertili, ed anche migliorare quei terreni a leggier strato coltivabile, sovrapposto a ghiaje o sabbie, come lo sono gran parte di terreni della bassa Lombardia? Non sarebbero queste terre siccome collocate perpetuamente sur un filtro? Bell'effetto sarebbe quello del drenaggio, se la terra cedesse all'acqua i materiali utili, che i tubi poi s'incaricherebbero di condur altrove! — Perchè il sottosuolo inerte, specialmente se abbondante d'argilla e di ossido di ferro, mescolato al terreno coltivabile già ben ridotto, ne diminuisce il prodotto più di quanto si potrebbe attribuire all'aggiunta d'un materiale inutile? Perchè un terreno appena dissodato, costituito intieramente o quasi intieramente da suolo inerte, sebben concimato abbondantemente, ne'primi anni, dà un prodotto inferiore a quello che darebbe l'infimo terreno coltivabile, quantunque non concimato? Perchè simili terreni, ne' primi anni, traggon maggior vantaggio dal lavoro e dal rinnovato contatto dell'aria, che non dal concime? — In tutti questi ultimi casi egli è che il terreno inerte, a pari composizione chimica elementare, assorbe e trattiene maggiormente i materiali utili, allo scopo di saturarsi e ridursi anch'esso, col tempo, allo stato di terreno coltivabile.

Il colore diverso che presenta lo strato coltivabile (se coltivato già da tempo), in confronto dello strato immediatamente sottoposto, sebbene in origine dell'identica composizione inorganica, è pure una prova che lo strato superiore, per mezzo del ripetuto contatto dell'aria e per l'aggiunta di avanzi vegetali od animali, acquistò una composizione alquanto diversa, la quale si manifesta quasi costantemente per mezzo d'un colore più oscuro di quello dello strato sottoposto. Finalmente anche la rotazione agraria viene a conferma della facoltà che ha il terreno di prepararsi più o meno prontamente a ricevere e trat-

Digitized by Google

tenere i materiali utili. Ognun sa che la durata della rotazione è basata sulla diversa quantità e qualità de' materiali terrestri disponibili e necessari per date coltivazioni. Di questi materiali ne possono esistere moltissimi in un terreno, eppure la rotazione avere una brevissima durata. E per durata di rotazione io intendo non solo il ciclo completo di diverse coltivazioni, finchè sullo stesso spazio ritorni ancora la prima, ma eziandio lo spazio di tempo che passa tra una concimazione e l'altra sullo stesso spazio di terreno.

A tale proposito veggonsi le terre argillose, ove domina l'allumina, la quale non entrando a far parte dell'organismo vegetale rappresenterebbe quasi un materiale inutile, invece di render più breve la rotazione, la protraggono con maggior utile, e forniscono maggiori prodotti a pari quantità di concime che non dove la rotazione abbia una minor durata.

§ 21. — **Preparazione del terreno. Lavori, fognatura, sovescio e concimazione. Conseguenze pratiche.**

E qui non è forse inutile il notare alcune cose le quali verrebbero a dare qualche luce ai veri effetti della coltura, dell'abbruciamento, delle sarchiature, dei lavori profondi, e della fognatura. I vantaggiosi effetti di tutte queste operazioni sono a mio avviso dovuti al facilitato ingresso dell'aria per entro una massa più considerevole di terreno, la quale per tal guisa si predisporrebbe ad assorbire e trattenere i materiali utili, ossia a combinarvisi chimicamente.

L'importanza del mettere in contatto coll'aria la massima superficie possibile di terreno fu sempre sperimentalmente riconosciuta, e se ne intravedeva la spiegazione

in quelle parole d'un antico agronomo italiano, il quale asseriva:

essere la coltura necessaria per richiamare le parti inferiori del terreno alla superficie, ove dalla luce, dal sole e dall'acqua assottigliate e sciolte, venivano dalle piante assorbite.

Non era adunque al solo intento di correggere la soverchia tenacità del suolo che si praticavano le colture tanto in voga specialmente al tempo de' Romani. — Importa però distinguere l'effetto della coltura, del lavoro profondo, delle sarchiature, e del drenaggio e di qualunque altra operazione la quale abbia per iscopo il porre i materiali terrestri in contatto dell'aria, sopra un terreno di recente dissodato e non ancora reso coltivabile, da quello che l'aereazione, per mezzo di simili lavori, produce nello strato già coltivabile. — Nel primo caso vi ha una vera preparazione del terreno a farsi coltivabile, cioè disgregazione, polverizzamento, ed una prima ossidazione di materiali terrestri. Gli elementi atmosferici che pei primi ed in maggior quantità vi si uniscono sono l'ossigeno e l'acido carbonico. Così preparato il terreno si dispone ad acquistare il nome di coltivabile, cioè la facoltà di combinarsi ad altri materiali più importanti, specialmente all'azoto e materie concimanti, e di presentarli alla vegetazione nelle opportune condizioni. I materiali inorganici del suolo sono ancora i medesimi, solo vi si aggiunsero alcuni elementi combustibili, che loro comunicarono la facoltà di poter in seguito entrare a far parte dell'organismo delle piante.

In questo stadio di preparazione il terreno non fa che prendere per sè e saturarsi d'alcune sostanze che lo predispongono a combinazioni più utili ed intaccabili dalle piante. — Perciò nei terreni dissodati di recente, e nello strato sottoposto al coltivabile, il lavoro, e più ancora la concimazione, riescono maggiormente a pro-

fitto del terreno che della vegetazione. (Vedi § 20). Chi credesse di poter superare d'un salto questo stadio di preparazione d'un terreno, s'ingannerebbe di molto: noi possiamo abbreviarlo coi ripetuti lavori e colle abbondanti concimazioni organiche, specialmente animali, ma non possiamo evitarlo. — Così pure grandemente s'ingannerebbe chi perdesse la speranza di superarlo, come avviene a molti i quali non conoscendo che vi deve essere, e trovando ben poco beneficio, od anche una perdita nel bilancio delle prime coltivazioni, smettesse ogni cura ulteriore, ed abbandonasse l'impresa.

Persuasi inoltre che questo terreno inerte, prima di cedere qualche cosa alla vegetazione, non fa che assorbire, trattenere e prepararsi esso medesimo, avremo cura, nei lavori alquanto profondi, di non mescolare i due strati, cioè il coltivabile e l'inerte, poichè quest'ultimo si preparerebbe a spese del primo, e da ambedue risulterebbe una mescolanza meno utile alle piante, che non fosse il solo strato coltivabile.

Dunque l'aereazione, portata dai diversi lavori nel terreno inerte, serve soltanto alla preparazione. Nello strato coltivabile all'incontro serve a qualche cosa di più; serve cioè alla formazione dei materiali direttamente utili alle piante per mezzo delle sostanze artificialmente aggiunte, ed a far subire al terreno una vera nitrificazione pel concorso dell'aria e delle sostanze organiche. — Il colore diverso, che già accennai siccome prova d'una diversa combinazione chimica dei materiali costituenti il terreno, non solo serve a distinguere lo strato coltivabile dallo strato inerte, ma eziandio a distinguere l'antichità e le cure di coltivazione d'uno strato coltivabile, confrontato con altro di egual composizione chimica. Lo strato coltivato da più lungo tempo, o che a parità di tempo abbia ricevuto maggiori lavori e maggior quantità di concimi, si presenterà di

colore più oscuro di quello coltivato da minor tempo, o più trascurato nella coltura. I terreni avvicinanti le città, i villaggi ed i luoghi tutti abitati, sono di color quasi sempre nerastro, e ricevettero persino il nome speciale di *terre da orto.*

Che mai s'aggiunge ad un terreno appena dissodato, qualunque ne sia la natura, coll' abbruciamento? Nulla. Anzi, alcune sostanze, per effetto del calore possono disperdersi allo stato di gas, e fra queste, siccome più facili a trovarsi nel terreno ed a svolgersi, l'azoto e l'acido carbonico. Eppure coll'abbruciamento riduconsi i materiali terrestri, in tale stato che più pronta è la loro combinazione coi materiali concimanti, e più presto ci mostrano i benefici effetti della concimazione. Infatti, se ad un ammasso fermentante di concime da stalla mescolate terra argillosa, quale potete cavarla dal terreno, e ad un altro vi mescoliate terra argillosa cotta in eguale quantità, v'accorgerete che quest'ultimo ammasso, quasi immediatamente, non vi tramanderà più alcun odor ammoniacale, mentre l'altro ne manderà ancora, sebbene in quantità molto minore di quanto ne avrebbe mandato senza l'aggiunta della terra. — Io aggiunsi terra cotta a spazzatura di pozzi neri, e n'ebbi una pronta e perfetta disinfettazione, pari a quella che avrei ottenuta col gesso o col solfato di ferro. Questa terra dopo pochi giorni, perdeva il color rossiccio, ed acquistava un color nero intenso che non abbandonava nemmeno lavandola con acqua. E lo stesso mi succedeva, dopo un tempo alquanto più lungo, allorchè stratificava il concime da stalla con terra coltivabile. Eravi insomma quella formazione di lacche già citata dal Thenard (§ 6); ossia la terra, per mezzo del calore, acquistava la pròprietà di combinarsi più facilmente e prontamente ai materiali concimanti.

Nè diversamente dobbiamo considerare gli effetti della

fognatura. Infatti, che cosa è la fognatura osservata praticamente? È il foro situato in fondo ai vasi de'fiori, perchè l'acqua e l'aria attraversino tutta l'altezza dello strato di terra. Un terreno che non possa dar adito nè all'acqua nè all'aria, può paragonarsi ad un vaso senza foro, nel quale la pianta certamente non vegeta bene o deperisce. Ecco in breve i vantaggi della fognatura essa, priva il terreno della soverchia umidità; lo rende poroso, e v'introduce aria e calore, eppertanto facilita la prima preparazione del terreno profondo inerte; e migliora la condizione del terreno superficiale, col facilitare quelle prime combinazioni chimiche che soltanto il lavoro ed il contatto coll' aria rendono possibili nel terreno. Perciò a torto si crederebbe che la fognatura serva solo a togliere la soverchia umidità del terreno, e che sia applicabile od utile unicamente ne' terreni troppo argillosi, senza declivio, o paludosi, ecc.: questa operazione può essere utile anche nei terreni sovrapposti a strati ghiajosi, e di strato non molto alto, appunto perchè l' azione principale consisiste nell' introdurre l' aria in una maggior quantità di terreno, riproducendo in parte gli effetti della coltura, e delle sarchiature.

Anche il sovescio e la concimazione agiscono preparando il terreno. Che cosa sia il sovescio, tutti lo sanno, nè fa bisogno ch'io lo ripeta. — Ma forse non tutti conoscono quale poi sia il suo vero effetto sul terreno o sulla vegetazione; poichè nemmeno i teorici sono pienamente d'accordo fra loro. — Voi tutti avrete sentito annunziare, quale assioma di teoria agricola, che, per mantenere il terreno in istato di costante produzione, bisogna rendergli coi concimi tutto quanto gli fu levato coi raccolti; e che, continuando ad esportare senza restituire, o restituendo solo in parte quanto gli fu levato coi prodotti esportati, si conduce il fondo più o meno pronta-

mente verso la sterilità. Una tale proposizione si presenta infatti coi migliori requisiti per essere tenuta per logica e vera. » Un pozzo, sia pur esso profondo, dice Liebig al Mechi di Londra, se manca di viva sorgente, finisce col vuotarsi quando si continua a trarne acqua. — I nostri campi si comportano come il pozzo ». Eppure, se così fosse, a quest'ora saremmo tutti morti di fame, essendo che da molti secoli ad ogni fondo si rende meno di quanto esso produce, o che da esso si esporti.

Voglio pure osservare la cosa nel modo il più esteso, e concedere che, se non tutti i fondi ricevono esattamente tutto quanto producono, ve ne siano di quelli i quali ricevono anche di più; ma questi sono rarissime eccezioni, e possiamo esser certi che il complesso dei terreni riceve assai meno, tenuto calcolo di quanto vien dalle acque condotto a stagnare e depositarsi nei laghi o nel mare. E questa quantità dev'essere considerevole, poichè i centri che consumano i prodotti agricoli, ossia le città, sono quasi tutte collocate presso i corsi d'acqua, o costeggiano i laghi ed il mare; e colà vanno generalmente a scaricarsi i pozzi neri, e le spazzature delle case e delle strade. Non tutte le città hanno già da secoli, come Milano, una Vettabbia che raccolga le immondizie e le trasporti a dare una favolosa produzione d'erba nei prati marcitorii fuori delle mura; o che abbiano pozzi neri a tenuta di liquido e regolarmente spurgati a profitto dell'agricoltura. Nelle altre città, non dico solo di Italia, ma d'Europa tutta, s'incomincia adesso a raccogliere in appositi canali ed a profitto dei campi, quella immensità di materiali che dapprima versavasi nei corsi d'acqua, a scapito persino della salubrità. — Ma le città non sprecano quanto esse medesime hanno prodotto; esse sprecano gli avanzi della produzione delle campagne; o, in altri termini, le città non rendono ai comuni agricoli tal copia di concimi che valga a com-

pensarli delle carni e dei grani esportati. — E questa storiella camina già da secoli, e vuol caminare ancora per molto tempo. — Si conceda pure all'aria la facoltà di rendere qualche materiale combustibile, di procurarci dell'azoto colla naturale nitrificazione; ma l'atmosfera non ci renderà nè la potassa, nè la calce, nè la silice, nè qualunque altro materiale inorganico incombustibile che le acque trascinarono al mare. Come mai dunque non si è ancora asciugato questo pozzo, la di cui sorgente rimette meno acqua di quanto se ne tolga?

Allontaniamoci dalla città, e, dai campi coltivati e concimati più o meno secondo le regole teoriche, portiamoci sur una cresta imboscata d'un monte, dove non arrivi altro concime che lo sterco degli uccelli, o di qualche altro animale di passaggio che prende per due e lasci per uno. Su questa cresta imboscata non vi arriva alcun materiale portatovi dalle acque, e, per dippiù, le piogge ogni anno trascinano in basso qualche materiale utile. Da quel bosco si continua da secoli ad esportar legna; e solo vi si lasciano le foglie cadute. Insomma da quella superficie si continua ad esportare senza restituire. Ciò non pertanto se voi interrogate quei montanari, vi diranno che quel bosco, si è fatto sempre migliore; il che vuol dire che fornì sempre qualche cosa di più all'esportazione, pel solo fatto d'avervi sempre lasciate le foglie cadute. — Ma queste foglie non rappresentano esse pure una produzione dello stesso terreno? — Andiamo avanti. — Sopra una superficie, per es., di 1000 metri quadrati d'un terreno qualsiasi, si lasci crescere liberamente per tutto l'anno ogni erba, fosse anche la peggiore, ed a finir del verno, levinsi con un badile tutte le erbe cresciutevi, con una quantità di terra maggiore o minore, secondo che maggiore o minore sia la quantità di materia vegetale prodottasi. Pongasi che questo terreno sia di qualità quasi inerte, che la produzione er-

bacea siasi pocchissima, e che con essa si possa ogni anno levare soltanto un mezzo centimetro di terra. Avremo cinque metri cubi di terra mista a sostanze vegetali, i quali ammucchiati e rivoltati una volta ogni tre mesi, escluso l'inverno, ci daranno un ottimo terriccio dopo un anno e mezzo circa; e questo, steso all' altezza di 0m25, coprirà una superficie di 20 metri, i quali coltivati, vi produranno quanto il terreno meglio concimato. — Continuate quello scoticamento e l'ammucchiamento per cinquant'anni, ed avrete bonificati, senza aggiungere alcuna sostanza, i primi venticinque centimetri superficiali di terreno, forse più in fretta che non concimando e lavorando come si fa di solito.

Ancora un'esempio. Avete due pezzi d'identico terreno; sopra di uno praticate un buon sovescio, e sull'altro no; indi seminate. Il prodotto del primo supera d' assai il prodotto del secondo, e lo supera in una tal misura che non è attribuibile all' aggiunta di quel poco seme della pianta sovesciata.

Come va dunque la facenda? In tutti questi casi il terreno o ha ricevuto nulla od ha ricevuto meno di quanto ha prodotto. Che il pozzo del Liebig fosse un pozzo inesauribile, senza fondo? — Per me, io lo credo, e ritengo che basti allungare di quando in quando la corda per andare a prendere acqua un poco più in basso.

Nel sovescio noi dobbiamo scorgere il metodo di concimazione praticato più o meno bene dalla madre natura? Non vi par forse di vedere nelle radici delle piante una specie di macchina che serve a rendere superficiale il terreno profondo, facendolo passare pel proprio organismo, elaborandolo e riducendolo a più complesse combinazioni ed in uno stato migliore? Non agisce forse appunto come un animale il quale facendo passare l'erba secca, pel proprio corpo la riduce in condizioni migliori per la vegetazione, perchè gli escrementi sono più complessi

e più facilmente scomponibili? Anche l'animale toglie qualche cosa al fieno, ma rende l'avanzo in uno stato che meglio favorisce la vegetazione che non somministrando il tutto in natura.

La vegetazione rende superficiale, elabora il terreno e lo migliora, ed all'esportazione di quanto si produce alla superficie supplisce col prendere ed elaborare materiali sempre più profondi: — Il sovescio e la vegetazione insomma non restituiscono al terreno più di quanto levano, ed il più delle volte meno di quanto levano; il sovescio e la vegetazione *non concimano ma preparano il terreno*, ossia lo dispongono a ridursi più facilmente e prontamente a quelle combinazioni le quali sono più facilmente e prontamente assimilate dalle piante.

Ridotta la questione a questo punto, ci faremo la seguente domanda:

Per ben preparare il terreno è meglio praticare abbondanti sovesci d'erbe che possono servir da foraggio, o consegnare al terreno il concime risultante dal foraggio convertito in concime?

Forse anche qui la pratica sarà in contraddizione colle teorie finora emesse.

Taluno, considerando che il foraggio nel passare pel corpo degli animali perde tanto dei suoi materiali quanti sono quelli rappresentati dal latte e dalle carni, credette logico l'impedire questa perdita, sovesciando tale e quale il foraggio verde. Da qui il sistema del Nebbien, il quale suggeriva di seminare in una data superficie del fondo, proporzionale alla sua estensione e bisogni, semi di diverse piante erbacee, di pronto sviluppo e di abbondante fogliame, indi tagliarle e trasportarle per essere sovesciate ov'era richiesta la concimazione. — Infatti, niente di più logico del ritenere che se un fondo, ad onta dell'esportazione del latte e delle carni, era mantenuto fertile avendo una data superficie a foraggio consumato

dal bestiame, maggior fertilità dovevasi conservare sovesciando il tutto immediatamente allo stato verde, ed impedendo la benchè minima esportazione di quanto proveniva dal foraggio stesso.

Cruozet dice, (*Journ. d'agric. pratique*, 20 octobre 1859).

Gli animali non creano alcun elemento di fertilità: essi consumano, al contrario, e distruggono una parte di quelli contenuti nel loro alimento: quanto all'altra parte, si limitano a trasformarla ed appropriarla all'assimilazione della vita vegetativa.

Ma qui pure la pratica dà una smentita. — La cosa andrebbe come finora si vuol far credere quando noi avessimo uno strato di terreno coltivabile di una determinata altezza, posto al disopra di un materiale inattaccabile, poichè vi sarebbe la necessità di restituire tutto quanto si leva, se non si volesse vedere diminuito quello strato di tanto materiale quanto è quello esportato dal fondo coi cereali, carni o latte. Allora la miglior concimazione sarà proprio quella che restituisce di quando in quando tutto ciò che fu levato dalle coltivazioni, procurando nell'egual tempo di rendere materiali migliori. o più abbondanti. Ma la cosa procede diversamente. La vegetazione elabora il terreno, facendolo passare pel proprio organismo, e gli animali elaborano la vegetazione facendola passare pel proprio corpo. — Il terreno convertito alla nutrizione dei vegetali, si riduce a composizioni più complesse ed alterabili; ed a sua volta le sostanze vegetali convertite alla nutrizione animale si rendono ancor più complesse ed alterabili, quali le vediamo negli escrementi riuniti, solidi e liquidi. — Che cos'è un fascio d'erba che imputridisce e si scompone? Un pugno di terra convertito in erba. — Che cosa l'escremento d'un cavallo? Un fascio d'erba convertito in escremento. È ancora quel pugno di terra che si era convertito in un fascio d'erba.

Ecco pertanto un pugno di terra, il quale, senza il concorso della vegetazione, sarebbe rimasto inalterato chi sa per quanto tempo, convertirsi in pochi mesi in un materiale alterabile in pochi giorni; e questo, passando pel corpo d'un cavallo, si altera rapidamente quasi in poche ore. — Ora domando: credereste voi di concimare con egual successo spandendo un pugno di terra, oppure sovesciando il fascio d'erba verde, o gli escrementi. Qual'è la sostanza più complessa, più facilmente alterabile, e che può presentare più facili e maggiori azioni di contatto, quando sia mescolata al terreno, il pugno di terra, il foraggio verde, o gli escrementi? — Son persuaso che si risponderà sono gli escrementi.

Ma questi escrementi non rendono tutto; che anzi, facilitando la preparazione del terreno, più pronto dovrebbe esserne l'esaurimento, per una maggiore esportazione. Eppure, che volete? la terra s'ostina a mostrarsi un pozzo inesauribile. — Mi pare quindi di poter dire che i concimi non sono destinati a restituire nell'assoluto senso della parola, ma a preparare il terreno ad una od ad altra coltivazione; e che il terreno coltivabile non formando uno strato di determinata altezza, esso acquista inferiormente quanto perde superiormente. Il sovescio è un mezzo naturale ed il più elementare per acquistare terreno, mentre la concimazione è un mezzo artificiale più energico per arrivare allo stesso scopo.

Questa preparazione preliminare del terreno, se ci è provata da molti fatti riconoscibili nella pratica, dobbiamo averla di mira anche per stabilire alcune norme forse poco conosciute o mal applicate. La vegetazione è possibile pur quando nel terreno non trovinsi materiali concimanti, organici o combustibili; ma in tal caso è stentata e non soddisfa nè ai desiderj nè ai bisogni dell'agricoltura. Le coltivazioni esigono un terreno preparato, ridotto cioè alle combinazioni facilmente intac-

cabili dalle radici; e tali combinazioni sono, come dissi, assai favorite dall'introduzione di sostanze azotate.

Anche negli animali, le sostanze che possono servir d'alimento, non hanno il medesimo effetto in qualunque condizione si trovino. La medesima quantità e qualità di alimento, somministra piuttosto un principio che un altro, o lo somministra in proporzione diversa, secondo il modo di preparazione. E la migliore preparazione sembra quella che offra il cibo meglio suddiviso, capace di subire facilmente ulteriori modificazioni, avanti di passare alla scomposizione finale o fermentazione putrida. — Così una pianta che cresca fra i crepacci d'una roccia, per riguardo alla facilità di nutrizione, può rassomigliarsi ad un uomo al quale, invece d'un chilogrammo di pane, fossero posti davanti tanti grani di frumento d'un egual peso, con una proporzionale quantità d'acqua. Il pane è frumento ed acqua convenientemente preparati, è un buon terreno coltivabile; ed i grani e l'acqua separati, rappresentano un terreno ancor vergine, che può nutrire ma non far prosperare, poichè molte particelle sì del frumento, nel primo caso, che del terreno, nel secondo, rimaranno inerti.

Rispetto quindi alla vegetazione agricola, il terreno può trovarsi in tre diversi stadj principali, colle relative condizioni intermedie. Il primo è lo stadio nel quale vi dominano quasi esclusivamente i principj minerali ed inorganici incombustibili; questo è il terreno inerte, vergine, che non può ancora ricevere il nome di coltivabile. Il secondo è quello nel quale gli elementi inorganici incombustibili, gli organici o combustibili si trovano nelle giuste proporzioni; e questo è il terreno coltivabile nel miglior stato di preparazione o di fertilità. Il terzo stadio sarà quello nel quale i materiali organici combustibili si trovino in una proporzione maggiore degli inorganici od incombustibili; e questi sono i terreni della

coltura intensiva, degli orti presso le città, e i terreni eminentemente vegetali. Nei due stadj estremi, il terreno, per quanto riguarda l'agricoltura, manca di qualche cosa; nel primo difetta di sostanze organiche, nell'ultimo d'inorganiche. — Da qui la necessità di rimediarvi, da qui la spiegazione di alcuni fatti, e l'applicazione d'altre norme utili per la pratica.

Nel terreno che si trovi nella prima condizione, cioè nel terreno inerte, o che manchi di principj organici, l'agricoltore dovrà rivolgere le sue cure a fornirlo di queste, e specialmente delle più azotate, siccome quelle che meglio raggiungono lo scopo; nè ommetterà le operazioni che favoriscono l'azione reciproca fra i materiali organici e gli inorganici, cioè il rinnovato ed esteso contatto dell'aria per mezzo del ripetuto lavoro, della fognatura, ed anche dell'abbruciamento.

Quindi facilmente potremo darci ragione perchè i terreni, nel primo stadio, tardino a prestarsi utilmente alla vegetazione, e perchè in essi il guano, il nero di raffineria, gli escrementi umani, liquidi e solidi, e tutte le altre sostanze eminentemente azotate, siano appunto i concimi, i quali, sebbene poco voluminosi, diano i migliori effetti.

Nel secondo stadio, nel quale gli elementi organici ed inorganici stanno nelle più opportune proporzioni perchè gli uni facilitino l'assimilazione degli altri, si dovrà aver riguardo a mantenere quest' equilibrio. — Una successiva aggiunta di sostanze organiche, singolarmente azotate, produrrebbe, è vero, momentaneamente un eccesso di vegetazione; ma indurrebbe un conseguente anormale consumo di materiali inorganici, e lentamente ci condurrebbe al terzo stato. — Questo è l'effetto dell'uso, o meglio dell'abuso, dei concimi liquidi, i quali diedero adito alla credenza che agissero stimolando, esaurissero più prontamente la fertilità del terreno, e ren-

dessero perciò necessaria un' abbondante concimazione coll'ordinario letame da stalla. Ma la vera causa risiede in ciò, che i concimi liquidi non rendono al terreno una proporzionale quantità di materiali inorganici, singolarmente di insolubili; quindi tolgono al terreno quelli dei quali abbisognano per ridursi alle opportune combinazioni. Ormai, le ripetute sperienze e i ripetuti disinganni posero in evidenza che, i prodigiosi effetti dei concimi eminentemente azotati, sono il risultato soltanto d'un più pronto esaurimento di quei materiali inorganici del terreno che sono già convenientemente disposti a combinarsi coi materiali concimanti; e che per conseguenza dopo alcuni anni, rendesi necessaria un'abbondante concimazione coll'ordinario letame da stalla. Dalle sperienze sull'uso del guano, di Stöckhard (*Journal d'Agricolture pratique*, 8 maggio 1859), risulta che dopo forti concimazioni con questo concime molto azotato, il letame da stalla, anche alla dose ordinaria, dà risultati migliori di quelle del guano e consimili, sebbene adoperati in tale quantità da renderne dubbia la convenienza.

Il terzo stadio è quello adunque che sussegue la coltura sommamente intensiva, quale ora abbiam detto per effetto di abbondanti concimazioni con sostanze organiche. Se il terreno delle ortaglie avvicinanti le grandi città, ove si concima abbondantemente con concimi molto azotati per avere una lussureggiante vegetazione, venisse ad un tratto convertito alle coltivazioni agricole, per esempio, al frumento od al melgone, avremmo un'abbondanza di fogliame, ma una mancanza di robustezza nel fusto ed una stentata produzione di grani, per una minor proporzione di materiali inorganici nel terreno. Come ho già detto, ottiensi miglior effetto da una pianta collocata in terreno mediocremente concimato, che non dalla stessa posta a vegetare sopra un ammasso di letame.

Le sperienze di Benjamin Corenwinder (*Journal d'Agriculture pratique*, 20 septembre 1859), confermano pienamente questo modo di considerare il terzo stadio del terreno, egli sperimentò il fosfato di calce opportunamente disciolto nella terra fertile colla coltivazione del frumento, della barbabietola, del sorgo e del pomo di terra; e termina la relazione alla Società Imperiale e Centrale d'Agricoltura in Parigi, colle seguenti parole:

Dalle accennate sperienze si può concludere che, se il fosfato delle ossa, il fosfato fossile ed il nero animale esercitano, in molte circostanze ed in certe località, effetti potenti sulla vegetazione, vi sono però dei casi nei quali l' influenza fertilizzante dell'acido fosforico è completamente nulla.

Ogniqualvolta un terreno sia provvisto di fosfati per l'abbondanza de' concimi e pei ripetuti amendamenti, è inutile aggiungerne di nuovo: l' eccesso è di nessun effetto.

Aggiunge che i signori Kuhlmann e Stefano Desmesmay, nel circondario di Lille, ed il signor Feneulle a Cambrai, hanno essi pure constatato che il fosfato di calce ed il nero animale, non esercitano alcuna influenza sulla vegetazione nelle terre fertili del dipartimento del Nord.

Si noti che avendo il Corenwinder usato i fosfati allo stato di soluzione non vi sarebbe proprio nessuna condizione finora creduta contraria all' introduzione di quelle sostanze nell'organismo delle piante. — Provasi quindi la facoltà assorbente del terreno, e più ancora che gli eccessi, tanto de' materiali inorganici quanto di organici, sono parimenti inutili alla vegetazione.

Pertanto l'agricoltore, con siffatti terreni, avrebbe un migliore e maggior effetto dall' uso de' concimi inorganici che da quello degli organici; meglio farebbe aggiungendo calce e ceneri lisciviate, che non concimi liquidi, sangue, nero di raffineria o guano. Così è parimenti de' terreni eminentemente vegetali. I prati vecchi, e che per lungo tempo siano stati concimati con materie eminentemente organiche azotate, traggono maggior

profitto dal venir ricoperti da uno straterello di terra, convenientemente preparata ed applicata, che non da un'ulteriore ed abbondante concimazione organica. E parimente i terreni torbosi avvantaggiano immensamente per l'aggiunta di ceneri e calce estinta, miste ad abbondante quantità di terra mediocremente argillosa. — Finalmente un metodo assai economico per rimediare a questa sproporzione è, quando sia possibile, il lavoro profondo, per esso si prendono al dissotto dello strato coltivato, materiali inorganici ancora inesplorati, si sollevano e si rimescolano collo strato superficiale, si allunga, come dissi, la corda.

Fortunato adunque chi può trovare terreno in questo terzo stadio, purchè non torboso. Egli per ottenere la giusta proporzione avrà a spendere sicuramente la decima parte di quello che dovrebbe spendere con un terreno nel primo stadio, poichè i materiali inorganici sono più facili ad aversi, e costano assai meno degli organici. Col terreno nel terzo stadio potrà seguitare per lungo tempo ad usufruire le spese od i concimi di molti anni prima, ed avrà a moderare la vegetazione; mentre, col terreno nel primo stadio, dovrebbe spendere per favorirla e rinvigorirla.

Stando a quanto esposi taluno potrebbe domandare: vi sarebbe forse un limite nella fertilità del terreno? — Sì e no. Sì per una data coltivazione, poichè il frumento, per esempio, potrà sentire lo squilibrio, aumentando o diminuendo la proporzione fra la paglia ed il grano; ed a condizioni meteoriche pari e costanti, arriverà a quel punto di prodotto compatibile colla quantità e qualità di terreno, e colla quantità ed estensione delle radici. — Ma se si cambia la coltivazione potrassi mettere a profitto quell'eccedenza di materiali organici od inorganici che costituisce uno squilibrio, purchè si scelga a succedervi quella pianta che meglio ne può avvantaggiare.

Così un terreno che mal si presta alla produzione del grano, perchè trovasi nel terzo stadio, potrà utilmente convertirsi alla produzione di abbondante produzione fogliacea, riducendolo a prato, oppure ad orto. — Questo principio, che è quello che rese necessaria la rotazione, ci mostra eziandio come nella rotazione si possa, per effetto di un dato ciclo di coltivazioni, mantenere il terreno nel secondo stadio, in quello cioè di perfetta relazione tra le sostanze inorganiche ed organiche che la compongono.

L'aereazione non serve soltanto a predisporre i materiali inorganici ad entrare in una prima combinazione cogli organici, ma serve eziandio ed è indispensabile perchè compiansi le ulteriori ed ultime modificazioni che le rendono intaccabili od assimilabili dalle radici. Ove l'aria non giunga e non si rinnova le radici non vanno, ancorchè l'umidità in qualche modo vi giunga; anzi, se le radici d'una pianta vengono ad essere prive del contatto dell'aria, come nel caso di profondi interramenti o di prolungate inondazioni, deperiscono e muojono. Chiudasi repentinamente, ad una pianta in vaso verniciato, il foro collocato sul fondo, e la si vedrà deperire in breve tempo; se poila caverete dal vaso, troverete alterate, guaste o putrefatte le radici più basse, e solo conservate quelle che erano le più superficiali. Aumentare adunque l'altezza dello strato penetrabile dall'aria è aumentare e favorire la preparazione d'una maggior quantità di nutrimento, nonchè un maggiore e più esteso sviluppo di radici, è finalmente favorire la vegetazione ed aumentare i prodotti.

Il lavoro e la concimazione sono in fine i veri mezzi coi quali si riduce coltivabile il terreno inerte; che si rende produttivo un terreno improduttivo; e che si crea il capitale fondiario il di cui interesse sono i prodotti, i quali rispondono esattamente alla quantità dei mezzi

ed all'intelligenza colla quale vennero applicati. — E qui torna il destro di far cenno d'un'ingiustizia o d'un errore nell' egual tempo; voglio dire del poco conto che si tiene del miglioramento nella qualità del terreno nei bilanci che si fanno al termine di locazione dei beni affittati.

Veggonsi attribuire forti debiti o crediti agli affittuarj per effetto di piantagioni; ma ben di rado si fa menzione di debito o di credito per effetto di trascurata o di diligente coltura. Eppure di quanta importanza pel coltivatore, pel proprietario e per la società è lo stato del terreno! — Il terreno, direi quasi, è l'unico e vero capitale fondiario; le piantagioni sono di un utile il più delle volte eventuale, instabile e di minor durata.

Si osservi, nell'attual crisi agricola, quali sieno le località che meno ne risentirono, e si vedrà essere quelle nelle quali le cure della società, del proprietario o dell' affittuale si rivolsero al miglioramento del terreno; cioè la parte irrigua con buoni prati, con spaziosi campi, dove si lavora più volte il terreno in un anno, dove è abbondanza di buon concime, e dove il denaro venne impiegato ad avere acqua d'irrigazione. In queste località la vite ed il gelso costituiscono un soprappiù del prodotto, non il fondamento, come nella parte asciutta. — Pongasi lo sgraziatissimo caso che viti e gelso divenissero inutili, e che nei fondi asciutti, affittati a grano, si dovesse basare tutto il prodotto sul terreno, in quale stato troveremo noi questo vero capitale? Magro in generale; esaurito e sfruttato in molti luoghi. Il valore del terreno, ossia le classificazioni stabilite nel vecchio censo milanese, era fondato sulla diversa attitudine di quello alle diverse coltivazioni annuali; le piantagioni erano marcate a parte. L'attitudine del terreno era l'espressione dei lavori e delle concimazioni precedenti. Ogni territorio, ogni appezzamento aveva si può dire le

proprie gradazioni, e nei fondi, anche i più sgraziati per composizione chimica o fisica, la cosidetta *prima squadra*, o prima qualità, la trovate costantemente presso l'abitato, e nelle cosidette *terre da orto*, perchè è sempre stato più comodo il lavorare e concimare vicino piuttosto che lontano dell'abitato. E quelli che attualmente lavorano il terreno anticamente ad orto non lo cambierebbero con altro anche vicino, poichè conoscono benissimo di godere delle fatiche e delle spese fatte qualche secolo fa.

§ 22 — Possibilità ed importanza della nitrificazione del terreno. Sperienze di Lawes e Gilbert. Sperienze di Boussingault. Terricciati.

L'introduzione dell'aria nel terreno non solo permette ma esercita un'azione chimica, una vera ossidazione, la quale serve a preparare le basi che devono combinarsi alle materie concimanti; favorisce una prima combinazione dell'acido carbonico colla calce, colla potassa, ecc.; e, nei terreni già ben preparati o coltivabili, rende forse possibile anche una vera nitrificazione de' materiali alcalini per mezzo dell'azoto atmosferico insinuantesi nelle porosità del terreno. Il primo azoto alle piante non può esservi arrivato in altro modo; e, se finora tornarono inutili od inconcludenti le sperienze dirette a verificare se alcune piante per mezzo delle foglie si assimilassero un poco di azoto, fu perchè l'ufficio delle foglie a mio credere è unicamente quello di assorbire gas acido carbonico. Simili sperienze dovrebbero istituirsi nel senso della nitrificazione del terreno.

Se gli sperimenti fatti ne'vasi, in determinati volumi d'aria di determinata composizione, diedero risultati tali da non poter emettere un giudizio sicuro, è certo

che non contrariando la natura, nè col preparare il terreno, nè col preparare o limitare l'atmosfera alle piante, queste, il più delle volte, danno all'analisi una quantità d'azoto maggiore di quella che si sarebbe potuto riscontrare nel terreno.

I. B. Lawes e Gilbert, in una memoria letta nel 1857 all'Associazione di Dublino (Institut. 8 décembre, 1858) circa alla quantità annuale d'azoto tolto ad un acre di terreno da diversi prodotti, verreberro ad alcune conclusioni le quali confermano il nostro supposto.

Nella coltivazione de' cereali, sopra una serie d'anni, soli 4|10 dell'azoto, fornito annualmente cogli ingrassi, furono utilizzati per un aumento immediato del raccolto; per il che si pongono le seguenti domande:

1. L'azoto venne forse in gran parte perduto perchè trasportato dalle acque?

2. Il concime azotato si scompose nel suolo, lasciando evaporare l'azoto sott'altra forma?

3. Una porzione d'azoto rimase forse nel suolo in combinazione fissa od inutile?

4. Vi fu sviluppo d'ammoniaca o d'azoto libero durante la vegetazione?

5. I raccolti delle leguminose, le quali assorbono una maggior quantità d'azoto in modo più facile, come poterono lasciare una sufficiente proporzione di composti azotati disponibile per i cereali?

6. Perchè, dove non si concima, l'azoto fornito dai raccolti è sempre superiore a quello che può cadere colle piogge in forma d'ammoniaca o di acido azotico?

A molte delle prime domande si potrebbe rispondere soltanto col conoscere la qualità del terreno, cioè conoscendo la di lui facoltà assorbente o conservatrice dei materiali utili. All'ultima risponde il dubbio già esposto, cioè la possibile combinazione dell'azoto atmosferico coi materiali terrestri.

Digitized by Google

Recentissime sperienze del Boussingault (Journal d'Agriculture pratique, 20 mars. 1859) vengono a togliere quasi ogni dubbio sulla possibilità della nitrificazione dei materiali terrestri, terminando coi seguenti risultati:

1. Che in un terreno fertilissimo, quale è quello di Liebenfrauenberg, 96/100 dell'azoto che vi si trovano, possono non aver effetto sulla vegetazione, sebbene quest'azoto derivi evidentemente e faccia ancor parte delle materie organiche.

2. Che i soli agenti capaci di agire immediatamente sulla pianta, portandovi azoto, sembrano essere i nitrati ed i sali ammoniacali, sia che preesistano o che si formino nel terreno durante la coltura.

3. Che, in ragione delle piccolissime dosi d'acido nitrico e d'ammoniaca, generalmente contenute nel terreno, una pianta, per raggiungere il proprio sviluppo normale, deve disporre d'un volume considerevole di terra, il quale non è menomamente in relazione colla quantità d'azoto contenuta ed indicata dall'analisi.

4. Che, per quanto riguarda l'apprezzare la fertilità attuale d'una terra vegetale, l'analisi conduce a risultati i più erronei, dosando contemporaneamente e confondendo l'azoto inerte fissato in combinazioni stabili (vedi § 20), e quello suscettibile d'entrare nella costituzione de'vegetali.

5. Che la terra vegetale lasciata in riposo perde una notevole quantità di carbonio appartenente alla materia organica dalla quale è fornito. Che la proporzione d'azoto, lungi del diminuire durante la combustione lenta del carbonio, sembra aumentare. E finalmente che resta a decidere se, nel caso in cui l'aumento dell'azoto sia manifesto, vi sia stata nitrificazione, o produzione o semplice assorbimento d'ammoniaca per parte della terra.

Questi risultati confermano pienamente quanto finora si disse, cioè che i materiali organici azotati, che trovansi nel terreno o che vi sono aggiunti, prima d'entrare nell'organismo delle piante. devono subire alcune

modificazioni, formando date combinazioni coi materiali terrestri, per le quali vengono più facilmente assimilati.

Dice Boussingault che i nitrati ed i sali ammoniacali sono quelli che sembrano i più atti a cedere azoto alla nutrizione delle piante; ma già si conosce che i nitrati ed i sali ammoniacali somministrati allo stato di soluzione non nutrono, e che essi pure si combinano alla terra o vengono da essa assorbiti e trattenuti. Dunque ci sia permesso il dire che gli azotati (di potassa e di calce specialmente, ed i sali ammoniacali) rappresentano combinazioni poco lontane da quelle che da ultimo si lasciano intaccare dalle radici.

Quanto viene accennato nel 3° risultato serve di prova ai primi due punti, cioè che, entro un piccolo o limitato volume di terra le radici d'una pianta non possono trovare la quantità opportuna di azoto in combinazioni assimilabili, quantunque l'azoto fornitoci da un analisi del terreno possa essere in grandissima quantità, e ci mostra che il bisogno d'estendersi delle radici vegetali non indica già un modo particolare di crescere, ma piuttosto la necessità di esplorar molto terreno, per ottenere anche una piccola dose di alimenti già ridotti nelle opportune combinazioni assimilabili dalle radici. Prova finalmente, come già dissi al § 14, che le piante le cui radici, per una circostanza qualunque, siano costrette nei vasi o nel terreno, deperiscono prontamente; e che a mantenerle vegete non serve qualsiasi aggiunta di pura materia concimante, ma che solo vi si riesce col rinnovare od aggiungere nuova terra presso le radici.

Un fatto importantissimo è poi quello che risulta dalla rapida nitrificazione del terreno coltivabile nella stagione calda. E questa nitrificazione non ci deve meravigliare se l'abbiamo nelle nitriere artificiali, nelle quali facciamo concorrere certe condizioni che generalmente si riscontrano nello strato coltivato, cioè presenza e con-

tatto di materiali alcalini, specialmente calcari, materie organiche animali o vegetali in istato di scomposizione, umidità, porosità o facile ed esteso contatto dell'aria, e concorso di calore.

La sola differenza fra una nitriera artificiale ed il terreno coltivabile è che quest'ultimo è una nitriera scoperta, mentre la prima è riparata dalle piogge e dal sole.

La naturale nitrificazione era quella che, cogli antichi maggesi e novali, riforniva il terreno dell'azoto necessario per le estese e ripetute coltivazioni di frumento, e che formava in gran parte l'utilità dei terricciati tanto in voga presso gli antichi. Come pure ritengo che in essa risieda l'utilità della coltura agostana, delle sarchiature, e dello spesso alternare coltivazioni sarchiate a coltivazioni non sarchiate.

Inclino poi a credere che la nitrificazione naturale, unita alla facoltà che hanno i migliori terreni di trattenere le sostanze utili, spieghi l'utilità di molte operazioni agricole le quali, a prima vista, sembrerebbero contrarie alla teoria. — Un pezzo di terreno stabbiato per un mese, ed altro che riceva il concime proveniente dalla stalla per un egual spazio di tempo dall'eguale quantità di pecore (senza lettiera), danno un prodotto identico, sebbene lo stabbiato si possa ritenere dilavato dalle acque ed evaporato al sole. Spesse volte il concime da stalla sparso non troppo fresco, ma qualche mese avanti d'interrarlo, non dà minor effetto di quello che in egual quantità s'interri immediatamente col lavoro. E in Lombardia v'ha un proverbio il quale dice che « val più una forcata di letame a Natale, che non due a Carnevale ». Questo aforismo agrario vale tanto pel concime disposto sul terreno coltivabile, quanto per quello che presto si stende sui prati. Tanto nell'uno quanto nell'altro caso dovrebbe supporsi che una con-

Digitized by Google

cimazione, fatta troppo tempo prima della semina, vada in gran parte perduta per la coltivazione, pel dilavamento delle piogge o per l' evaporazione. Eppure sembra che le sostanze concimanti, e specialmente le azotate ed ammoniacali, in seguito alle piogge, vengano assorbite e trattenute dal terreno; che anzi, trovandosi alla superficie, in concorso de'materiali atmosferici, facilitino la nitrificazione, fornendo si può dire allo stato nascente i prodotti della loro scomposizione. — Qui forse risiederebbe la causa della tanto discussa convenienza di spandere il concime sul terreno molto tempo prima del lavoro che precede la semina, oppure di interrarlo immediatamente con questo. Finora, nei climi freddi ed anche nei temperati, ad eccezione dell' estate, non si trovò una costante differenza nella concimazione fatta nei due tempi suddetti, e la quistione non è ancor bene decisa. D'altronde il fatto pratico ci deve porre in qualche avvertenza, e non credere che sia errore tutto quanto il coltivatore conosce per rotina.

Innegabile è però che un letame non troppo fresco nè troppo scomposto, ma già avanzato nella decomposizione, lasciato esposto per molto tempo all'aria, perde molte sostanze volatili, specialmente ammoniacali; ma forse, disponendo colla nitrificazione i materiali terrestri della superficie alle ultime combinazioni utili alle piante, ci compensa abbondantemente della perdita, procurandoci materiali immediatamente assimilabili.

Importanti a tale proposito sono le parole del Boussingault il quale, parlando del terriccio e della terra vegetale (Journal d'Agric. pratique 5, juin. 1859), attribuisce alla nitrificazione i pronti e rilevanti effetti prodotti dallo spargere sui prati o sui cereali le materie provenienti dagli ammassi di scopature di case, strade, cotiche, paglie, ceneri, ecc., sui quali di quando in quando si versi urina, acqua, sangue, o si mescolino avanzi d'a-

nimali morti, ecc. Tali ammassi, rimescolati frequentemente e mantenuti in luogo coperto e riparato dal sole e dalla pioggia, trovansi nelle condizioni nelle quali si fanno le nitriere artificiali. Confessa il Boussingault che per molto tempo disapprovò la pratica di questi ammassi, sembrandogli teoricamente che la maggior parte dell'azoto in combinazioni volatili dovesse andar perduta; ma che continuò a permetterne la formazione e l'uso, stante l'effetto superiore a quanto sarebbesi sperato dall'azione separata o complessa delle sostanze che li costituivano.

Pure, aggiunge, i nitrati nel terriccio non entrano tutt'al più che per 1/200, e nella terra vegetale o coltivabile anche in proporzione minore, poichè questa può essere rappresentata da terriccio sparso o mescolato in minor o maggior proporzione in un dato volume di sostanze minerali, argillose, calcari o silicee. E se aggiungiamo artificialmente al terreno una quantità anche maggiore di nitro, siamo ben lungi dal trovare gli effetti degli ammassi di terra nei quali avvenne una naturale nitrificazione.

Ebbene, questa esattissima osservazione del Boussingault avrebbe, secondo me, una soddisfacente spiegazione nel ritenere che i materiali in quelli ammassi si trovino in uno stato di opportuna combinazione, tale da presentarci effetti di molto superiori a quanto potrebbe aspettarsi, specialmente avuto riguardo al valore concimante finora attribuito alle sostanze che li compongono. — Da qui l'esagerata importanza che pochi anni or sono si attribuiva ai così detti composti, i quali altro non erano, a ben considerarli, che una nitriera artificiale più o men bene costituita, il di cui prodotto si adoperava ne' campi soltanto dopo un anno od un anno e mezzo. Da qui l'azione più pronta e più efficace (trascurato il calcolo di tornaconto) de' concimi vecchi ridotti quasi a terriccio. Da qui l'uso e la raccomandazione di conservare nelle stalle gli ammassi di terra provvenienti dalla lettiera terrosa che si sottopone alle pecore, asserendo

che il concime che ne risulta riesce di gran lunga superiore ad altro condotto ed ammassato al di fuori, forse perchè nella stalla le esalazioni ammoniacali costituiscono un'atmosfera che facilita d'assai la nitrificazione.

Sarei poi disposto a credere che questa nitrificazione sia quella che nella coltivazione di alcune piante lasciò sospettare che potessero assorbire azoto direttamente dall'aria, riscontrando nei raccolti una maggior quantità d'azoto di quella ch'erasi somministrata o rinvenuta nel terreno al principio della loro coltivazione. Finalmente questa naturale nitrificazione è quella che fece fare a Lawes e Gilbert le domande 5.ª e 6.ª citate al § 22.

§ 23. Le Coltivazioni ameliorantì. Incertezza delle analisi chimiche del terreno.

I vantaggi che si riscontrano in seguito alla coltivazione delle leguminose, e specialmente del trifoglio e della medica, a mio credere, trovano la loro ragione nei suesposti principj.

L'abbondante prodotto che fornisce la medica per 12 e più anni, è certamente superiore a quanto potrebbesi aspettare dalle cure che le si prestano. Ma la medica, come ognuno sa, manda radici profondissime nel suolo, e quanto più lo trova profondo vegeta per un numero maggiore di anni, lasciando in seguito un terreno altrettanto migliore. In teoria questa coltivazione dovrebbe aver esaurito il suolo, ma in pratica si vede ch'esso ha migliorato, ossia che meglio serve nelle successive coltivazioni. La medica durante il tempo che vegetò, per mezzo delle proprie radici introdusse materiali atmosferici (acido carbonico), elaborò materiali sempre più profondi, allungò quella tal corda del pozzo, lasciando si può dire in riposo il terreno superficiale. Inoltre, questo

terreno superficiale, s'arrichì per effetto di concimazioni che non venivano totalmente consumate dalle radici profonde della pianta, nonchè per un poco di detrito organico della pianta stessa, cioè foglie e porzioni di stelo cadute al suolo: circostanze tutte che favoriscono un'abbondante e rapida nitrificazione. Quindi, allorchè la medica comincia a deperire, e che si rompe il terreno coll'aratro, è certo che troveremo un suolo più profondamente elaborato dalle radici, cioè troveremo aumentata l'altezza dello strato coltivabile; il quale, mescolato al terreno superficiale, migliorato come già dissi, sarà d'una composizione più complessa e più adatta a prestarsi a quelle prime combinazioni le quali precedono l'assimilazione per parte delle radici.

Un vantaggio consimile a quello che ci procura la coltivazione della medica si riscontra nella coltivazione delle radici, e specialmente delle radici fusiformi, o che richiedono molta distanza fra una pianta e l'altra.

Tutte le radici carnose vogliono, come la medica, un terreno abbondantemente concimato, lavorato profondamente, soffice, e mantenuto soffice e mondo da male erbe colle ripetute sarchiature e col rincalzamento. Ed in queste condizioni facilmente riscontreremo quelle che favoriscono la nitrificazione. Anche in tal caso l'abbondante concimazione, fatta piuttosto per favorire un rapido sviluppo erbaceo, vien solo in poca parte assorbita da una coltivazione che lascia inesplorata gran quantità di terreno, singolarmente quando esigasi molta distanza fra pianta e pianta, come in quella delle barbabietole.

Pertanto l'introdurre le radici nella rotazione è di sommo vantaggio per l'economia de' concimi, poichè con una buona concimazione otteniamo un abbondante prodotto il quale ci predispone il terreno ad un prodotto parimenti abbondante di frumento, o di altro cereale. E, dopo una coltivazione di radici fatta nei debiti modi ed in

terreno mediocremente argilloso, siamo quasi certi di fare con successo almeno due altre coltivazioni di cereali senza bisogno di concime.

Pertanto non ebbe torto Liebig nell'insistere sulla necessità di rifornire il terreno dei principj minerali od inorganici, poichè all'acido carbonico, all'ossigeno, all'idrogeno, ed anche all' azoto vi pensava l' atmosfera e l'umidità.

Da ultimo, le recenti sperienze del Boussingault provano come la sola analisi chimica non basti a giudicare della fertilità delle terre, poichè vi ha dell'azoto il quale ci si appalesa coll'analisi, ma che nel terreno si trova in combinazioni ch'ei chiama *inerti*, e che io dico non ancor tali da essere elaborate dalle radici. Si dosi, per esempio, l'azoto d'una terra ricca d' allumina e di protossido di ferro cui sia stata aggiunta gran copia di concime azotato e che non abbia ancor risentito l'influenza prolungata dell'aria, e vedrassi che il risultato dell'analisi è ben lungi dal rappresentarci l'effetto pratico di una coltivazione qualunque. — Ripeto adunque che le analisi chimiche e le osservazioni microscopiche devono sempre essere precedute e susseguite da osservazioni sintetiche, devono cioè essere convalidate da viste od osservazioni più complesse, fatte sopra la più larga scala naturale.

§ 24. Memoria di P. Thenard, sulle condizioni di fertilità delle terre.

Importante mi sembra una lettera di P. Thenard, indirizzata all'Accademia delle scienze in Parigi (Institut. 2, mars 1859), sulle condizioni di fertilità delle terre, poichè da essa risulta essere stato l'autore in cognizione di quanto aveva detto il Liebig. Di questa lettera io ripor-

Digitized by Google

terò brevemente le principali conclusioni riferendole nello stesso ordine, e facendole seguire dai necessari appunti.

Comincia Thenard col dire d'essere egli sorpreso come una sostanza minerale, anche la più insignificante dal punto di vista della composizione, eserciti un ufficio assai più considerevole di quello che gli si supporrebbe; e ch'egli è ben lontano dal ritenere essere il terreno un semplice sostegno ed una spugna. Doversi piuttosto considerare come una macchina complessa, la quale funziona tanto più bene quanto meglio è organizzata.

Con quest'ultima espressione pare che voglia l'autore asserire che un terreno funziona tanto meglio quando sia composto da un più gran numero di materiali diversi.

Il risultato delle recenti sperienze di Thenard e di quelle di Way, chimico ed agronomo inglese, eseguite sulle terre, sui concimi, sui fosfati e sui silicati, condusse alle seguenti conclusioni.

1.ª Il concime si fissa in certi terreni combinandosi alla materia minerale. La calce è il materiale che preferisce.

2.ª Nei terreni che mancano di calce, o che non vi sia in dose sufficiente, o dove l'allumina e l'ossido di ferro non si trovino in certe condizioni, non vi ha fissazione di concime. Allora quei terreni non possono, senza gravi perdite, essere concimati largamente, nè per lungo tempo

(forse rimaner concimati o conservare per lungo tempo la fertilità dovuta al concime).

3.ª Così i terreni si potranno già dividere in quelli che *fissano il concime*, quali gli argillosi, siliceo-calcari, e le argille che contengono allumina e ferro in un certo stato d'idratazione; ed in quelli che *non fissano il concime*, quali i silicei, feldspatici, granitici, e quelli nei quali l'elemento calcare fu consumato, o che non contengono allumina e ferro in un conveniente stato d'idratazione.

4.ª Le acque di drenaggio delle prime terre (che fissano il

concime), sono mediocri ed anche detestabili, mentre quelle delle seconde terre, se ben coltivate sono eccellenti.

Le due prime conclusioni concordano pienamente con quanto già esposi; cioè che i materiali concimanti si fissano o si combinano coi materiali terrestri avanti d'entrare nell'organismo vegetale. Epperò, queste combinazioni saranno tanto più facili e pronte, quanto più i materiali concimanti ed i terrestri si troveranno in uno stato di maggior suddivisione, come appunto avviene coi concimi ben decomposti o liquidi, applicati su terreni ben lavorati e porosi. Come pure, saranno tanto più facili e pronte quanto più svariati o numerosi saranno i materiali terrestri, o, come s'esprime Thenard, quanto più complessa e meglio organizzata sarà la macchina.

Che la calce in molte circostanze possa servire a fissare i concimi, e specialmente l'acido fosforico, ne abbiamo già un indizio nel poter essa con quest'acido, tolto a combinazioni poco stabili o soprasature, formare un composto insolubile, qual'è il fosfato di calce. L'Institut. (2 fev. 1859) riporta che Mengy nel 1858 avendo aggiunto fosfato fossile di calce a due diversi pezzi di terreno, l'uno privo di calce, e l'altro previamente emendato con questa, ottenne un effetto assai maggiore nel primo che nel secondo. — Nel terreno già emendato colla calce questa doveva infatti impadronirsi d'una parte dell'acido fosforico, e saturarsi avanti di predisporsi ad abbandonarne alle piante, come quando si mescoli a terren fertile l'allumina e gli ossidi di ferro del sottosuolo che non abbiano mai dapprima risentita l'influenza dell'aria e delle materie concimanti.

Dargent nel far cenno dei diversi usi agricoli della Calce (Journal d'Agr. Prat. 20. Fev. 1859) parla dei vantaggi di questa sulla marna.

La marnatura dei terreni si fa ogni 15 anni in ragione di 250

a 600 ettolitri per ettaro. Nel primo anno vi ha la perdita d'un quarto del prodotto ordinario. Nel secondo nessun effetto benefico, ma nocivo, se la marna non fu ben polverizzata dal gelo. Nel 3.°, 4.° e 5.° effetti nocivi al trifoglio (pianta che a mio parere ne dovrebbe anzi trar profitto, siccome abbisognevole di calce). Dal 7.° al 11.° incluso, buoni effetti e prodotti abbondanti. Comincia a soffrire l'avena ed il pomo di terra nel 12.° e 13.° anno. Il 14.° e 15.° mostrano la necessità di una nuova marnatura, co' suoi inconvenienti. La calce all'incontro tiene effetti più pronti, ecc., ecc.

E gl'inconvenienti della marna, e gli effetti più pronti della calce, sono dovuti, secondo me, alla composizione diversa di questi materiali. La calce è già un ossido che, appena aggiunto al terreno ed in presenza dell'aria, si converte in carbonato, ed in tale stato può essere più facilmente ridotta a bicarbonato solubile per mezzo dell'acido carbonico delle radici. La marna all'incontro contiene altresì dell'argilla che non mai risentì alcuna influenza o contatto di materie organiche, e che per conseguenza funziona per molto tempo quale agente conservatore, per saturarsi a spese delle materie utili che trova nel terreno. Invece dunque d'un solo materiale (la calce) che agisce assorbendo e trattenendo le sostanze concimanti, ve n'ha un secondo (l'argilla), il quale tiene la stessa azione in un modo più energico.

Ma ritornando alla lettera del Thénard, anche Liebig aveva già ammesso, come risulta dai fatti da me citati, una distinzione fra le diverse qualità di terreno. Cioè che, quanto più abbonda l'argilla, l'allumina, e gli ossidi di ferro, tanto meglio un terreno assorbe e trattiene i concimi; e che quanto più un terreno abbonda di silice diminuisce all'incontro in lui questa facoltà.

D'onde la conseguenza, che la pratica ha già sancito col detto volgare, che i terreni leggieri (silicei) consumano o divorano i concimi. D'onde la necessaria con-

Digitized by Google

clusione che a simili terreni una soverchia concimazione, superiore alla loro facoltà assorbente, riuscirà in pura perdita, ed a solo vantaggio dell'acqua che filtrerà negli strati inferiori, come l'indica l'acqua di drenaggio. Laddove una forte concimazione nei terreni argillosi, se non andrà intieramente a vantaggio della coltivazione praticata in quell'anno, servirà a rendere più abbondanti i raccolti consecutivi, per uno spazio più o meno lungo di tempo, a norma della quantità d'argilla contenuta. E finalmente avrassi per non ultima conseguenza pratica la durata più o meno lunga della rotazione, o del succedersi di coltivazioni che esigano d'essere concimate.

Pure, se i vegetali si nutrissero con materiali disciolti, dovrebbero come dissi, prosperare meglio nei terreni silicei, i quali non li assorbono e li cedono alle acque di filtrazione. — Ma il fatto ci prova assolutamente il contrario.

Proseguiamo ad enumerare le conclusioni.

5.ª L'analisi permette d'estrarre dal terreno e dal concime la materia fissa (fissata?) allo stato di purezza. Qualunque poi ne sia la provenienza, essa è identica e contiene il 6 per 100 di azoto.

6.ª Questa materia fissa, talvolta si trova abbondante anche nei terreni che non furono mai concimati.

Questa materia azotata ch'ei chiama per brevità di linguaggio, *acido fumico*, si riproduce spontaneamente.

7.ª I terreni che più ne contengono sono gli argilloso-calcari, mediocremente ricchi, ed appena feldspatici.

Nei terreni che non fissano, è sempre scarsa, non vi aumenta che col tempo, e rimangono sempre poveri.

8.ª Nei terreni argillosi calcari ed anche nei feldspatici, è in quantità media; ma questi terreni sono feracissimi.

Perchè un terreno sia spontaneamente fecondo deve contenere l'acido fumico, *agente assimilabile*. Ma la produzione o riproduzione di questo è opera del terreno o dell'aria atmotferica? A tale proposito ci non vuol emettere un giudizio, e soltanto con-

chiude dicendo che, per trovare l'acido fumico nel terreno, bisogna che questo contenga un elemento che lo fissi, ossia un *agente conservatore* dell'acido fumico. Ciononpertanto i migliori terreni essere quelli che ne contengono una quantità media.

L'acido fumico nel suolo si trova allo stato insolubile, formando *fumati* di calce, d'allumina e di ferro. Bisogna adunque che si renda solubile per passare nelle piante; e perchè ciò avvenga è necessario un agente che reagisca sui fumati.

9.ª Dalle sperienze di laboratorio risultare che tutti i sali di potassa e di soda, ed una parte di quelli d'ammoniaca, i di cui acidi formano colla calce, coll'allumina e col ferro, sali insolubili o poco solubili, scompongono i fumati per doppio scambio, dando luogo a fumati solubili.

10.ª I silicati ed i carbonati sono di questo numero.

11.ª Adunque, perchè vi sia assimilazione di acido fumico, bisogna che questo venga svincolato dalle proprie combinazioni insolubili. Questo agente è il feldspato e suoi derivati, silicati e carbonati di potassa. D'onde il nome di *agente assimilatore* dato a quelle sostanze le quali compiono un tale ufficio.

Queste ultime sette conclusioni sono un vero giuoco di destrezza, paragonabile a quello del Risler. Questi, dopo diligenti sperienze di laboratorio, aveva trovato, nell'*acido umico* e negli *umati solubilissimi*, tutto quanto poteva desiderare per spiegare la fertilità delle terre coltivabili fornite d'humus, e la necessaria solubilità dei materiali nutritivi. P. Thénard, per altre sperienze di laboratorio, trova nell'*acido fumico* e nei *fumati insolubili*, ma resi solubili da sali alcalini, con che soddisfare anch'esso l'opinione della necessaria e previa solubilità dei materiali nutritivi. Risler aveva trovato un pronto spediente nell'acido umico; Thénard all'incontro suppone nel terreno un vero processo chimico di laboratorio. Usò quindi la parola *agente* e non *sostanza*, ammettendo egli vere azioni chimiche.

Chi dei due chimici avrà colto nel segno? Chi di questi due nel proprio laboratorio, si sarà maggiormente

avvicinato a quanto succede in natura? Come conciliare opinioni tanto divergenti? — Io non intendo invalidare l'esattezza delle operazioni di laboratorio eseguite dal Risler e dal Thénard, persuaso che ambedue non riferirono se non quanto l'esperienza diede loro per risultato. Solo mi permetterò di far osservare che, quando trattasi di fenomeni naturali, riferentisi ad organismi viventi, le sperienze devono esser fatte in condizioni avvicinantesi alle condizioni naturali. E per verità, quanti processi non vi sarebbero per immaginare la possibile solubilità dell'allumina o del ferro, oltre a quella più facile di tanti altri materiali utili ed inutili alla nutrizione vegetale!

Non è dunque a stupirsi se per l'analisi chimica, non già pel semplice dilavamento, abbia il Thénard trovato una materia azotata anche nei terreni i quali non siano mai stati concimati. Quest'asserzione, a mio avviso, è alquanto spinta, poichè abbisognerebbe provare che le terre le quali, secondo Thénard, non furono mai concimate, realmente non lo siano mai stato neppure in epoche lontane, che non abbiano mai ricevuto acque cariche di qualche nitrato, che non siano mai state coltivate, nè che abbiano mai servito a vegetazione di sorta; la quale abbia potuto lasciarvi dei residui. E quand'anche tutto ciò potesse provarsi, io risponderei che, prima d'ogni concimazione, le piante trassero il loro azoto dal terreno. — Se facile è spiegare la presenza dell'azoto nei terreni coltivati, non deve negarsi la possibile presenza di questo materiale anche negli altri terreni, per mezzo d'una lentissima naturale nitrificazione dei materiali alcalini terrestri. Ed infatti ci dice che i terreni che più ne contengono sono gli argillosi-calcari.

Conclusioni assai rimarchevoli ed importanti al nostro scopo, sono le seguenti:

12.° Si prendano due bottiglie adatte a contenere acqua di

Seltz, ed in ciascuna si ponga 1 o 2 grammi di fosfato calcare. Poi ad una si aggiungano da 50 a 100 grammi d'una terra argillosa qualunque; ed infine si riempiano tutt' e due simultaneamente d'acqua di Seltz, e si turino. Si conservino in tale stato per otto giorni, agitandole di quando in quando, e si vedrà che, nella bottiglia ove non è terra, l'acido carbonico scioglie il fosfato calcare. Dopo gli otto giorni, e talvolta anche prima, se si sturano le bottiglie, l'analisi (o forse lo spontaneo sviluppo dell'acido carbonico) vi renderà tutto il fosfato di calce posto in digestione nell' acqua semplicemente carbonicata, ma non ne troverete alcuna traccia nell' acqua carbonicata della bottiglia cui venne aggiunta la terra argillosa. Tutto l'acido fosforico venne fissato da questa allo stato di fosfato d'allumina o di sesquiossido di ferro.

13.ª Se invece di bottiglie e d'acqua gasosa, si mescola fosfato di calce, ben suddiviso, con terra contenente molti avanzi organici, e che si lasci il tutto in vaso esposto alla pioggia, bastano alcuni mesi per riprodurre lo stesso fenomeno: e tutta l' acqua che sarà uscita dal vaso per infiltrazione, raccolta accuratamente, non mostrerà la minima traccia di fosfato.

Da queste sperienze, continua il Thénard, risulterebbe che il fosfato di calce è l' agente assimilabile, e che l' allumina ed il sesquiossido di ferro sono gli agenti conservatori. — Come dunque arriva l'acido fosforico nelle piante, se, una volta divenuto possesso degli agenti conservatori, non subisce più l'azione dissolvente dell' acqua carbonicata? — Se nelle piante si trovassero sesquiossidi in quantità proporzionali all'acido fosforico che contengono, in mancanza di meglio, si potrebbe momentaneamente credere con Liebig ad un' azione vitale delle piante, le quali, secondo lui, potrebbero assimilarsi materiali solidi allo stato solido, senza la necessità d' una previa dissoluzione. Ma non è così. Le piante non contengono che tracce di ferro, e l'allumina è indosabile, tanto è minima la di lei quantità. Bisogna adunque che l'acido fosforico sia previamente svincolato dagli agenti conservatori per poter entrare nelle piante.

14.ª I silicati solubili operano questo svincolo per doppio scambio, formando fosfati solubili.

Digitized by Google

13.ª Coi silicati di potassa e di soda, in terra poco calcare, dapprima si formano fumati di potassa e soda, indi silicato solubile di calce: il fosfato di calce arriva dopo.

Gli esperimenti citati ai numeri 12 e 13 provano evidentemente quanto già disse il Liebig, e quanto più volte ho mostrato, cioè il potere assorbente del terreno coltivabile, ad onta della presenza d'una quantità d'acido carbonico nell'acqua tale da disciogliere il fosfato di calce. Anzi questa possibile soluzione non farebbe che rendere più facile la combinazione de'materiali aggiunti con quelli del terreno. Tutt'al più avrebbesi con che confutare le asserzioni del Risler il quale, coll'acido carbonico dell'umus, o coll'acido umico, crede poter far arrivare nelle piante ogni materiale utile allo stato di soluzione, poichè ogni dissoluzione, quando avvenga, sarebbe intieramente assorbita dal terreno.

Ma queste azioni chimiche, che si verificano fra gli elementi terrestri del suolo coltivabile e le soluzioni od i materiali aggiunti, sono un giuoco d'affinità, quando non vi stia di mezzo l'azione chimica dell'organismo vegetale vivente, esercitata per mezzo delle radici. E le azioni chimiche succedentisi liberamente nel terreno, senza il concorso della vegetazione, non potranno servire alla fisiologia vegetale, poichè daranno sempre luogo a combinazioni insolubili, combinandosi i materiali utili coll'uno o coll'altro de'materiali inorganici. L'acido carbonico è quello che forma combinazioni meno stabili, ossia che si scompongono facilmente per doppio scambio; quindi nel terreno lo stato solubile d'un materiale inorganico utile alle piante, quando fosse possibile, sarà sempre transitorio e di brevissima durata.

Dunque, come mai l'acido fosforico entra nelle piante se, nel terreno, costantemente si trova allo stato di combinazione insolubile, e se l'acido carbonico terrestre non vale a svincolarnelo? — Liebig nel dubitare d'una

azione propria delle radici, esercitata per mezzo dell' acido carbonico emesso dai succhiatoj, verrebbe a lasciar supporre ch'esso agisca direttamente sui materiali terrestri, ridotti previamente ad opportune combinazioni. E quest'azione, esercitata direttamente, escluderebbe ogni giuoco d' affinità coi vicini materiali terrestri, come avverebbe quando non vi fosse il concorso delle radici d'un vegetale vivente. Pertanto, le combinazioni utili, ma insolubili, potrebbero essere intaccate e scomposte sotto l'azione diretta ed immediata delle radici; e, fra i corpi risultanti da questa scomposizione, introdurrebbersi sol quelli che più facilmente possono combinarsi e disciogliersi nell' acido carbonico emmesso dai succhiatoj, e sottratto all'influenza delle affinità esercitate dai circostanti materiali terrestri. Così, gli alimenti introdotti nello stomaco animale, subiscono alterazioni ben diverse da quelle che risulterebbero allorchè fossero introdotti, ed abbandonati a sè, in un recipiente che non fosse lo stomaco d'un animale vivente.

Cessa pertanto d'aver importanza l'opposizione fatta dal Thenard al Liebig, cioè che nelle piante dovrebbesi trovare una quantità di agente conservatore proporzionale alla quantità di acido fosforico assimilato; ed acquista per conseguenza maggior probabilità l'azione supposta dal Liebig alle radici, appunto dall'osservare, nell'organismo vegetale, le piccole quantità di ferro e l'indosabile allumina; e ciò a maggior ragione quando si rifletta alla difficile solubilità del carbonato di ferro, ed alla forse impossibile, o non per anco ben conosciuta formazione d'un carbonato d'allumina (§ 12) — Liebig finalmente non attribuì alle piante un'azione vitale per la quale s'assimilassero materiali solidi allo stato solido, ma bensì materiali solidi solubili nell'acido carbonico disciolto nell'umore emmesso dalle radici.

Egli usò la parola molecola per significare una par-

Digitized by Google

ticella ridotta in uno stato di estrema divisione, quale può riscontrarsi in una soluzione. Anzi annunciò che le sostanze non assimilate da un'azione propria delle radici, ma soltanto introdotte dall'assorbimento nell'organismo allo stato di sospensione ed anche di soluzione, vengono immediatamente restituite al suolo appena che la pianta cessi d'assorbirle forzatamente (vedi § 14).

Le azioni che Thenard trovò nel proprio laboratorio fra gli agenti assimilabili, assimilatori e conservatori, senza l'intervento della vegetazione, non possono adunque servir di norma per giudicare di quanto succede nelle piante nelle condizioni naturali. Simili sperienze devonsi considerare sforzi diretti allo scopo di potere pur trovare un modo col quale far entrare nelle piante i nutrimenti allo stato di soluzione, quantunque il terreno vi si opponga, e quantuuque sia incompatibile colla scelta de'materiali.

§ 25. — Scelta di materiali nutritivi. Perchè le piante non abbiano escrementi. La scelta avviene soltanto in concorso de' materiali terrestri. — Sperienze del Bouchardat. — Traspirazione e trasudamenti. — Nella nutrizione vegetale nessuna sostanza è più importante d'un'altra.

Finalmente siamo giunti all'obbiezione più importante che stà contro le opinioni finora accolte sulla nutrizione. Se coltiviamo o facciamo vegetare due diverse piante nello stesso terreno, od in un sol vaso contenente terra identica ed inaffiata in ogni sua parte collo stesso liquido, e che in seguito passiamo a far l'analisi chimica di queste due piante, troveremo che non sono ambedue costituite dagli stessi materiali, o che per lo meno questi materiali non sono nelle stesse proporzioni in ambedue le piante. Ripetendo l' esperimento colle stesse

piante e colla stessa qualità di terra, il risultato sarà eguale. — Che mai significa questo fatto? — Se le piante si nutrissero di soluzioni già preparate nel terreno ed assorbite dalle radici, dovrebbero assimilarsi qualunque materiale vi trovassero disciolto. — Perchè dunque non tutte assimilano gli stessi materiali, quantunque vegetino nello stesso terreno, e siano concimate colle stesse sostanze? Perchè le diverse proporzioni nelle quali si trovano le sostanze inorganiche nelle diverse piante possono dirsi costanti in identici terreni? Non è forse un fatto da tutti riconosciuto che lo stesso terreno mostra un'azione diversa sulle diverse piante, e la stessa pianta diversamente si comporta ne'diversi terreni. Lo stesso concime non esercita forse una diversa azione sulle diverse piante, come la stessa pianta diversamente viene influenzata dai diversi concimi?

Questa scelta pertanto è conosciuta e sancita da tutti i moderni fisiologi nella rotazione naturale ed artificiale delle piante.

Eppure sarebbe inutile basare la rotazione sui diversi principj inorganici richiesti dalle diverse piante, se queste vivessero soltanto delle soluzioni possibili in un dato terreno; nè, dopo un tempo più o men lungo, vi sarebbe il bisogno di cambiare la qualità della pianta, poichè quel terreno dovrebbe dar sempre gli stessi materiali da sciogliere all'acqua delle piogge o dell'irrigazione. Una volta la rotazione si spiegava per mezzo degli escrementi vegetali, ora questi escrementi sono posti in dubbio o negati; ed a mio credere l'avvicendamento rimane senza spiegazione, ammettendo che le piante assimilino i materiali disciolti nel terreno ed assorbiti delle radici.

Pure, se le piante assimilassero i materiali previamente disciolti, le escrezioni dovrebbero sussistere, non essendo ammissibile che nel terreno si trovino disciolti soltanto i materiali utili, e che questi vengano a contatto colle

radici soltanto nelle volute qualità e proporzioni, non potendosi negare che le piante abbiano differenti composizioni, sebbene cresciute nelle medesime condizioni. Dirò anche più: le escrezioni dovrebbero essere stragrandi. I materiali disciolti inutili a qualunque pianta, o quelli inutili ad una speciale qualità, dovrebbero essere espulsi in quantità grandissima per una susseguente e necessaria scelta avvenuta nell'organismo vegetale. — Ma dove sono gli organi ed i canali escretori? Dove questa grande quantità di materie inutili escrete? — Organi, canali e materie finora riuscirono introvabili anche al microscopio. Ed alcuni grumi che talvolta si mostrano presso le estreme radici non rappresentano menomamente tutte le materie inutili da restituirsi al suolo, e possono trovare spiegazioni diverse. Le escrezioni insomma oggidì sono inammissibili.

Ciononpertanto questa scelta dei materiali, che da taluno si volle attribuire ad un'endosmosi specifica a ciascuna pianta, avviene soltanto in presenza del terreno, e senza di esso, le piante che sono costrette ad assorbire liquidi, che tengono in soluzione varii materiali, si comportano diversamente.

Bouchardat in una sua memoria, letta il 7 giugno 1846 all'Accademia delle Scienze, sulla domanda se le piante poste in una soluzione contenente diverse sostanze, mostrino preferenza per alcuna di essa, dopo attentissime sperienze, conchiude col dire:

Un vegetale, che peschi liberamente colle proprie radici in una soluzione diluitissima di molti sali senza azione chimica sui tessuti, assorbe nella medesima proporzione tutte le sostanze contenute in questa soluzione.

Se Teod. de Saussure arrivò ad una diversa conclusione, dipende dall'aver egli operato sopra alcuni centigrammi di sale in soluzione, senza tener conto dell'e-

missione continua operata dalle radici durante l'assorbimento.

Per il che, dice Bouchardat, il terreno esercita un'azione che si oppone all'ingresso di materie nocive alle radici.

Una scelta fatta nell'interno dell'organismo vegetale, e che non lascia traccia di escrezioni di materie inutili o superflue, è impossibile ammetterla. Una scelta senza escrezioni è possibile soltanto all'esterno; ed all'esterno non può essere fatta che dalle radici.

Nè la traspirazione, nè i trasudamenti acquosi o salini delle foglie, possono considerarsi quali escrezioni. I trasudamenti si formano sulle superficie esalanti delle foglie e della corteccia, non già quando la nutrizione è abbondante e regolare, ma quando è disturbata per eccesso o mancanza di veicolo solvente, o per rapido e forte squilibrio nella temperatura atmosferica.

Mi sia lecito intanto di far notare che questi trasudamenti o depositi di materie saline si formano sulla pagina superiore delle foglie, indicandoci che per essa si compie la traspirazione, come ce lo indicano eziandio le goccioline di cui è cospersa al mattino, durante la stagione calda e non secca, quando cioè l'umor trasudato può essere condensato e non evaporato. Infatti la maggior o minor lucentezza, indizio di maggior o minor cotinuità di tessuto, può servir di criterio per giudicar dell'importanza o quantità di traspirazione di ciascuna pianta, ritenendo che più traspirino le meno lucenti. Nè deve essere casuale la disposizione delle pagine della foglia. La pagina superiore, destinata ad esalare, o spinger fuori, può guardare in alto senza soffrire per le piogge, mentre ne soffrirebbe l'inferiore, perchè il movimento d'inalazione farebbe entrar acqua ad ostruirne gli stomi. La pagina inalante, guardando invece verso terra, è riparata dalle piogge, e, coll'acido carbonico,

assorbe soltanto un poco d'umidità atmosferica. Anche la speciale disposizione che prende la foglia durante l'oscurità, detta sonno, deve pur trovare la causa in una modificazione delle funzioni esercitate dall'una o dall'altra delle sue pagine, o da entrambe unitamente. Pertanto la pagina superiore rappresenterebbe l'estrema suddivisione vascolare del sistema ascendente; e la pagina inferiore, per mezzo de' pori metterebbe l'acido carbonico in contatto colle prime e più sottili diramazioni del sistema discendente, procedente dall' anastomizzazione dell'estreme suddivisioni ascendenti.

Ciononpertanto i trasudamenti sono veri sughi propri della pianta, dell'identica natura delle proprie sostanze costitutive, non presentando mai una composizione chimica tale che includa sostanza inutile. I trasudamenti provengono da sostanze che già furono scelte avanti d'introdursi nella pianta.

Zimmermann, a ragione, dice che i vegetali hanno sugli animali il vantaggio del non ingerire più del bisogno e più di quanto loro riesce utile, e, per conseguenza, di non avere escrezioni. Ma appunto questo prova la necessità d'una scelta, la quale è incompatibile quando si voglia ritenere che le piante assorbano per le radici il nutrimento disciolto nel terreno. — Già abbiamo annunciato dei casi nei quali, allorchè una pianta sia forzata ad assorbire alcune sostanze, immediatamente le cede al terreno appena che cessi questa condizione imperiosa (§ 10). Che anzi, per tali assorbimenti, le sostanze inutili non vengono mai assimilate, e quasi mai neppure assorbite quando intervenga il terreno; e solo riescono temporariamente possibili, allorquando il terreno sia in proporzione minima in confronto alla sostanza inutile, liquida o polverosa.

Per le cose fin qui esposte, e soprattutto per effetto della facoltà che hanno le piante di scegliere le sostanze

necessarie alla loro normale composizione, queste le si veggono variare, se non intieramente nella qualità, almeno in modo assai evidente nelle proporzioni. Per quanto ci mostra la vegetazione spontanea del suolo, diversa a norma della varietà chimica de' suoi componenti, la rotazione naturale ed artificiale delle piante sullo stesso spazio di terreno, nonchè la diversa azione dello stesso concime sulle diverse piante, o dei diversi concimi sulla stessa pianta, viene necessariamente ad essere distrutta la maggiore importanza che si volesse attribuire ad un solo materiale, sia desso combustibile organico, oppure incombustibile inorganico. La pratica, infatti, fece già tali distinzioni che toglierebbero l'esclusiva importanza d'uno qualunque fra i materiali che possono entrare a far parte dell'organismo vegetale. I terreni per la loro intrinseca qualità chimica, si sono distinti in terreni da frumento o da cereali, in terreni da viti o da gelso, in terreni da prato, ortaggi e produzione erbacea in genere. Le piante si distinsero in piante a potassa, a silice, a calce, ecc. secondo il materiale inorganico in esse dominante. Ma non basta. Perfino la stessa pianta, classificata a silice, a calce od a potassa, ora vuol l'uno ed ora l'altro di questi materiali, a norma del suo stadio di sviluppo, ossia della qualità degli organi che sta formando. — Tutto adunque teoricamente e praticamente, indica l'assurdità di dare ad una speciale sostanza una supremazia sulla vegetazione. Ma l'uomo in ogni cosa vuol creare un principe, un'anima; un non so che di preponderante sul resto, e tutto ciò per pensare il meno possibile. — Vediamo se questa sostanza possiamo trovarla. — Sarà dessa fra i materiali inorganici, incombustibili, terrestri, oppure fra gli organici, combustibili, atmosferici?

Le piante non vegetano senza il concorso degli uni e degli altri, e sembra che s'accoppiino al loro ingresso nell'organismo vegetale: i fosfati vogliono l'azoto; e la

potassa e la calce abbondante concorso d'un carbonico. Durante la germinazione e lo stadio erbaceo, pare che le piante traggano maggior vantaggio dai materiali combustibili, laddove nel mentre che formano il fusto e soprattutto il frutto, mostrano abbisognare d'un maggior intervento di materiali incombustibili. Nello scegliere il terreno od il concime pel frumento si dà forse maggior importanza all'acido silicico od all'acido fosforico? — Ma coll'acido silicico non avremo buon grano, e col fosforico non avremo una buona paglia. Dunque l'una e l'altra sostanza sono egualmente importanti; l'una è il complemento dell'altra. E questo esempio valga per altri mille.

Pure osservando gli effetti de' concimi ricchi di azoto si rilevava che questi favorivano la vegetazione più delle altre sostanze; fu quindi proclamato principe l'azoto.

I migliori terreni ed i migliori concimi furono quelli adunque che maggior quantità d'azoto contenevano, e sebbene, come dissi, fosse stato finora impossibile provare che le piante assimilassero direttamente questo corpo per mezzo delle foglie, pure s'immaginò persino una categoria di piante cui si attribuì la facoltà di assorbire azoto atmosferico, quali il lupino, la medica, il trefoglio.

Nell'alimentazione delle varie specie d'animali v'ha forse una sostanza che possa chiamarsi la più importante, la vera necessaria? L'uomo, la tigre, il cavallo, un pollo, un baco da seta, perchè tutti appartenenti al così detto regno animale, si alimentano forse tutti in egual modo come si pretende cogli esseri appartenenti al regno vegetale, detti piante? Si dice forse, a proposito di alimentazione animale, e parlando in senso generale, il miglior alimento è il fieno, oppure la carne, oppure il pane? — Ognuno di questi alimenti è buonissimo, ma secondo l'animale che si vuol alimentare. Ebbene quanto parrebbe strano parlando d'animali, vuolsi trovar ragio-

nevole parlando di piante, creando una sostanza più importante d'ogni altra.

Ora domandiamo di nuovo, dove presero gli animali l'azoto che in parte rendono al terreno in forma di concime? Dalle piante. Ma le piante precedettero gli animali, e per conseguenza esistevano prima del guano, del nero animale, della poudrette e del letame da stalla: dunque è a credersi che quest'azoto l'abbiano avuto dall'aria, se non direttamente dalle foglie, almeno indirettamente per una naturale nitrificazione del terreno, e per conseguenza dalle radici. Dove oggidì prendono l'azoto le piante che crescono sulle rocce, o sui terreni inerti; dove le piante de' boschi, dai quali si esporta azoto ogni anno colla legna e colle foglie, senza renderne una benchè minima porzione?

Ma se l'azoto viene indirettamente somministrato dall'aria, non è così dei materiali incombustibili terrosi. Se per la composizione della pianta che vogliamo coltivare è necessaria tale sostanza che non vi sia nel terreno, bisogna pensarci, aggiungerlo artificialmente, oppure rinunziare alla coltivazione. Se all'incontro la pianta troverà nel terreno ogni materiale di cui abbisogni, meno l'azoto, essa vegeterà egualmente.

Come adunque si spiegano i benefici effetti de' concimi azotati? Potrà forse l'agricoltore far senza dell'azoto? — Se così fosse, quanto meno costerebbe la produzione agricola.

Se l'azoto non è l'elemento indispensabile della vegetazione, esso però in agricoltura sostiene una gran parte, non tanto come alimento, quanto come agente preparatore degli alimenti. Parlando della preparazione del terreno coltivabile § 21 e 22 abbiam veduto di quanta importanza sia l'azoto, fornendo esso uno degli elementi i più instabili alle combinazioni e scomposizioni fra i materiali terrestri, disponendoli a quell'ultima combina-

zione che meglio li rende attaccabili dalle radici; ed abbiam veduto la possibilità di una nitrificazione naturale per effetto del solo azoto atmosferico. Questa naturale nitrificazione può bastare alla vegetazione naturale, ma non basta certamente per i bisogni dell'agricoltura. L'agricoltore vuole e deve preparare il proprio terreno a ricevere le migliori coltivazioni nel più breve termine possibile, e vuol mantenerlo in istato di conveniente preparazione: ei deve adunque venire in ajuto dell'azoto atmosferico con azoto preso altrove, cioè colla concimazione. La vera importanza dell'azoto de'concimi, consiste nel preparare più prontamente e più facilmente il terreno a ricevere le coltivazioni. Ma quale alimento l'azoto non ha un'importanza maggiore della potassa, della silice, della soda, ecc. Che anzi, un'eccessiva aggiunta, è un vero stimolo esauriente, come dissi al § 22.

Pertanto se la teoria e la pratica non ammettono terreni universali, cioè egualmente adatti a tutte le piante, poichè ognuna di queste esige speciali proporzioni di determinate sostanze, così sarà un vero assurdo teorico l'ammettere concimi universali, poichè per le singole coltivazioni, qualche sostanza sarà in eccesso ed altra in difetto, e così si avrà una spesa ed un danno, come la pratica ha provato più che sufficientemente.

Ammessa dunque la scelta e le sue conseguenze, l'agricoltore dovrà stabilire un calcolo di tornaconto se convenga adattare le piante alla qualità chimica del terreno, oppure adattare il terreno alle piante per mezzo dell'opportuna concimazione. — Nè trascurerà l'azoto quando abbia bisogno di preparare il terreno, o di fornirlo ad una pianta che lo richiede.

Digitized by Google

§ 26. — Radici funzionano come stomaco rovesciato. Relazione fra succhiatoj e foglie.

Già vi rassomigliai le foglie a polmoni esterni, alle branchie de' pesci, che assorbono gli elementi opportuni alla respirazione senza un'ispirazione, e per conseguenza senza espirazione, cioè senza introdurre nei polmoni tutti i componenti dell'aria per poi eliminare quelli che sono inutili o superflui. Ora possiamo paragonare le radici ad uno stomaco esterno, o rovesciato, il quale non assimila, per la propria azione chimica, se non quelle sostanze che sono utili all'aumento e riparazione del proprio organismo. Le escrezioni sono inevitabili negli stomachi non esterni, nei quali, colle sostanze utili, vengono introdotte molte sostanze inutili o superflue. In tal caso lo stomaco assimila quei materiali che gli sono utili, e nella quantità possibile o necessaria, abbandonando quanto è inutile o superfluo, che poi viene evacuato dall'organismo sotto il nome di escrezione.

Le escrezioni non si formano colle materie assimilate, ma con quelle non assimilate. Può darsi, è vero, che venendo per forza d'alcune condizioni assimilata o meglio forse assorbita, una quantità di sostanze superiore ai bisogni dell'organismo, la parte superflua venga resa al tubo intestinale ed unita agli escrementi: e lo stesso avviene, allorchè, per insufficiente o mancata nutrizione, l'organismo, obbligato ad elaborare i propri materiali, elimina quanto pel momento non è utile. Ma in questi casi l'emissione è piuttosto una trasudazione od una secrezione, che non una vera escrezione; la quale per le condizioni suaccennate non può aver luogo che negli organi liberamente comunicanti coll'esterno. Ora, dalla bocca all'ano degli animali, il tubo digerente si deve

considerare un organo interno, ma aperto. Ma nelle piante le escrezioni si vorrebbero far derivare da' materiali già assimilati; ed alle foglie, oltre alla facoltà respiratoria, si sarebbe attribuita anche la facoltà digerente, quella cioè di elaborare il nutrimento, separando le parti utili dalle inutili, e di preparare le escrezioni, le quali, per canali ignoti, unitamente al sugo plastico nutritivo, discenderebbero fino alle estreme radici. Alle foglie adunque due funzioni fisiologiche d'un ordine superiore, alle radici una sola semplicissima fisica, l'assorbimento. L'estremità tenera delle radici è incaricata dell'assorbimento dell'umidità e dell'elaborazione o succhiamento de' materiali. Queste due funzioni non sembrano effettuarsi entrambe, pel medesimo organo, ma per due organi affatto distinti di forma e posizione. Ciononpertanto i fisiologi finora, non avendo distinto assorbimento da succhiamento od elaborazione, non pensarono a localizzare diversamente queste due funzioni, nè ad attribuir loro organi distinti. Anzi, siccome le estremità tenere delle radici si presentano per una certa tratta rivestite di peli esilissimi, di figura tubulare, terminanti all' apice con un rigonfiamento conico verdeggiante, ora a questo rigonfiamento ed ora ai peli si attribuì la facoltà di assorbire il nutrimento previamente disciolto nel terreno. A tal uopo mi piace citare quanto da ultimo scrisse il dottor Alfonso Cossa (1) nella sua dotta Memoria sull'assorbimento delle radici.

La maggior parte degli autori, è detto in quella Memoria, opinarono che esso si facesse esclusivamente in massima parte dalla spongiuola ossia dalla estremità conica verdeggiante colla quale terminano le giovani radichette. Da questa opinione si scostarono Ohlert, Link e Schat affermando essere la parte giovine delle radici, ricoperta di peli e di epitelio quella che assorbe dal ter-

(1) Sull'assorbimento delle radici; considerazioni e ricerche del dottor Alfonso Cossa.

Digitized by Google

reno le sostanze necessarie alla vegetazione delle piante. Anche Knight negò assolutamente alla spongiuola un potere assorbente considerandola come una parte non perfettamente organizzata e destinata solamente all'ulteriore sviluppo delle radici stesse e perciò inetta a succhiare dal suolo e trasmettere alcuna specie di fluido per il servizio delle altre parti del vegetabile. — Tra noi il canonico Bellani (1) enunciò per il primo l'importanza di risolvere questa questione , e forte dell'autorità dei sullodati autori e di quella ancora di Liebig non volle si concedesse alla spongiuola il carattere essenziale di organo assorbente. L'onore d'avere più d'ogni altro rischiarato questo punto oscuro della fisiologia botanica spetta al professore Guglielmo Gasparini (2), il quale dopo avere accuratamente studiato la struttura e la funzione dei peli radicali, che egli chiama *succiatori*, ammette che nella generalità delle piante le spongiuole assorbono poco o nulla e che gran parte dell'umore necessario alla vegetazione viene assorbito dai succiatori. Onde assicurarsi che questa opinione è quella che più delle altre s'accosta più al vero basta il riflettere in primo luogo che questi peli radicali o succiatori nelle epatiche ed in altri vegetabili di ordine inferiore rappresentano soli l'organo descendente ed assorbente; secondariamente riflettasi che ritenendo le spongiuole per i soli organi assorbenti non vi può essere corrispondenza tra l'estensione della superficie succhiante e la quantità dell'umore e la celerità colla quale questo viene assorbito; mentre nei peli radicali l'ampiezza della superficie che rappresentano, il loro gran numero, la loro sottigliezza tubulare e la permeabilità delle loro membrane possono solamente dare una ragione sufficiente così della quantità delle materie passate nelle radici come della celerità con cui succede l'assorbimento.

Da questa citazione risulta che l'estremità conica verdeggiante, detta spongiuola, non sarebbe altro che l'estremità del germoglio radice, ed i peli, che ne rico-

(1) Osservazioni di Fisiologia vegetale. — Giornale dell'Istituto Lombardo, Milano, 1846, T. XIV, pag. 30.

(2) Gasparini — Ricerche sulla natura de' succiatori e su la secrezione delle radici. — Napoli, 1856.

prono la tenera estremità, sarebbero i veri succhiatori, cioè quelli che assorbono le soluzioni nutritive, potendosi col loro gran numero spiegare il grande assorbimento d'umori. — Pure, qualora si voglia fare distinzione fra assorbimento ed assimilazione, possiamo con miglior ragione far concorrere i peli e l'estremità conica all'ufficio complessivo della nutrizione, assegnando all'estremità conica verdeggiante l'ufficio di elaborare, digerire ed assimilare i materiali nutritivi, ed ai peli quello di assorbire l'umidità necessaria a mantenerli in uno stato di conveniente fluidità.

L'estremità conica delle radici si può considerare soltanto quale un germoglio sotterraneo, appoggiandosi anche ai fenomeni del suo sviluppo. Recentemente venne osservata una specie di esfogliazione durante l'allungarsi, appunto come succede ne' germogli aerei, nei quali, mentre cadono le foglie sviluppatesi per le prime, altre se ne sostituiscono di più recenti all'apice. (1) — Fin qui non v'è punto da maravigliarsi se radici e rami, se germogli aerei e sotterranei, si sviluppano dietro gli stessi principj, e vediamo infatti che possono sostituirsi a vicenda secondo le condizioni. — Pure, se il germoglio aereo deve, per necessità di struttura, allungarsi per dar luogo a nuove foglie, questa necessità è doppia nelle radici, le quali devono costantemente cambiar di posto per rintracciare nuovo alimento. — Ma ciò che distingue sopratutto l'estremità conica delle radici, da ogni altra parte sotterranea, è una leggier tinta verdastra propria solo delle parti aeree che assorbano e contengano acido carbonico non combinato ad altri materiali, ma tutt'al più disciolto. Questo colore ci fa pertanto sospettare che l'estremità conica delle radici, durante il giorno, emetta

(1) Garreau e Brauwers. Recherches sur les formations cellulaires, l'accroissement et l'exfoliston des extrémités radiculaires (Annales des Sciences nat. Ser. IV, v. 10, pag. 181).

l'acido carbonico trasmessogli, come vedremo, dalle foglie, all'intento di elaborare i materiali terrestri; laddove di notte, nell'oscurità, invertendosi la funzione, le foglie funzionerebbero come le radici, emettendo l'acido carbonico assorbito di giorno. Se poi si osserva il contegno di questa estremità conica verdeggiante, che io chiamerei non spongiuola ma succhiatore, si vedrà ch'essa è quella che penetra le sostanze tenere, e che aderisce fortemente ai materiali solidi. Certamente queste sole estremità coniche non varrebbero a spiegare la quantità d'umore assorbito dalle piante nel terreno, ed a ciò appunto suppliscono i peli che per buon tratto accompagnano la parte più recente delle radici. Anzi, è più logico il credere che all'estremità conica basti, e valga meglio, poca umidità per lasciar all'acido carbonico maggior azione per intaccare i materiali terrestri, e che in seguito, quando sono introdotti, i peli vi aggiungano l'umidità necessaria a mantenerli in uno stato di fluidità tale che possano arrivare anche alle foglie delle più lontane diramazioni. All'estremità conica adunque il succhiamento, ossia l'elaborazione, ai peli l'assorbimento dell'umidità, ossia del veicolo acquoso. All'estremità conica pertanto il nome di succhiatore, ai peli il nome di sistema assorbente. Questo si verifica non solo nelle radici, per riguardo all'umidità terrestre, ma eziandio nelle parti aeree, per rapporto all'umidità atmosferica, purchè siano tenere e munite di peli. Col mezzo de'peli si mantengono verdeggianti i mazzi di fiori, i germogli ecc., ma non si possono nutrire, mancando l'organo a ciò destinato, il succhiatore.— D'onde l'importanza di conservare l'estremità delle radici alle piante che si trasportano dai semenzaj, dai vivaj, o da un luogo ad un altro. Guasti o perduti i succhiatoj, possono rinnovarsi, come si rinnovano le gemme aeree per mezzo di germi latenti, ma intanto si perde tempo; e, se questi germi tardano a svolgersi, la pianta

mantiene ancora per poco, coll'assorbimento, l'apparenza di vita, come un mazzo di fiori, ma in seguito, mancando l'organo assimilatore, finisce coll'appassire e disseccare. — I succhiatori, ossia le estremità coniche delle radici, rappresenterebbero i varj punti della superficie dello stomaco rovesciato de' vegetali. — Se la nutrizione vegetale si dovesse intendere come finora la s'intese, costituirebbe un fenomeno affatto dipendente dalle condizioni esterne, e la pianta sarebbe passiva nell'importante fenomeno della propria nutrizione. Si rifiuterebbe alla pianta quell'azione di scelta che, nel proprio aumento, presentano i polipi, i coralli e perfino quei corpi che furono detti inorganici, i quali aumentano, cioè si uniscono o si combinano ad altri corpi, dietro quelle leggi dette di affinità, le quali in essi, alla fine, rappresentano un'azione propria od una scelta.

Ammesso finalmente che soluzioni nutritive, utili per le piante, non si formino nel terreno; che le migliori sostanze sono sempre allo stato insolubile; che quand'anche si potessero disciogliere, il terreno le assorbirebbe per non cederle: che materiali i quali difficilmente formano carbonati solubili, o che non si uniscono all'acido carbonico, nell'organismo vegetale entrano in minima dose o non vi entrano affatto; che l'acido carbonico, in qualunque modo arrivato e contenuto nel terreno, non è sufficiente o non può sciogliere tutti i materiali utili alle piante, è necessario ricorrere all'acido carbonico dell'atmosfera, assorbito dalle foglie e trasmesso alle radici, le quali per mezzo de' succhiatoj direttamente lo applichino ai materiali da elaborarsi, sottraendolo all'azione de' materiali circostanti. — L'acido carbonico agirebbe come il sugo gastrico dello stomaco degli animali, promovendo una particolare azione chimica, per la quale svincolerebbersi le parti utili dalle inutili.

Digitized by Google

27. — Obbiezioni alla nuova teoria.

Le obbiezioni, possibili alla nuova teoria, sarebbero le seguenti:

Ammessa la scelta esterna, perchè non tutte le piante prendono gli stessi materiali dallo stesso terreno? Come mai gemme di varie specie di frutti, innestate sulla stessa pianta, possono mantenere il carattere speciale a ciascuna, per la qualità de' materiali convertiti alla propria nutrizione? Come mai una pianta parassita o che vive a spese d'un'altra, non riesce della stessa composizione? Perchè la stessa pianta non assorbe sempre gli stessi materiali in tutte le fasi della propria vegetazione?

Queste obbiezioni, cui per ora non si può rispondere adequatamente, staranno soltanto finchè le nostre cognizioni fisico-chimiche sui fenomeni fisiologici non abbiano maggiormente progredito, o preso una strada diversa da quella finora tenuta. Del resto, vediamo che una scelta di materiali diversi avviene anche nelle diverse specie degli animali. E non solo un uccello prende, per es., dal grano de' cereali, principj diversi da quelli che vi toglie lo stomaco umano, o quello di un bue, ma eziandio non tutti gli uccelli vi tolgono li stessi principj, o non ve li tolgono nelle stesse proporzioni. Come pure sappiamo che tutti gli animali non solo desiderano alimenti diversi nelle diverse loro età, ma, a seconda di queste, tolgono principj diversi dagli stessi alimenti. La configurazione dello stomaco e del tubo digerente, non che la qualità chimica del sugo gastrico, e le condizioni diverse in cui vivono, servono forse in parte a spiegare questa scelta di diversi principj o di diverse proporzioni. Pertanto ne'vegetali la differenza nella configu-

razione e tessitura delle foglie e delle spugnette, esercita forse un'influenza grandissima sulla scelta della qualità e della quantità de'materiali, avuto riguardo alle condizioni che favoriscono l'assorbimento dell'acido carbonico e le sue combinazioni co'materiali terrestri. Le piante parassite e le gemme degli innesti, che pure si possono considerare come piante parassite o germi vegetanti sur una pianta, scelgono forse sulla pianta stessa principj loro necessarj. (Vedi § 36).

Allorchè i fisiologi dirigeranno le loro osservazioni su tale argomento, per mezzo de'sussidj che ora prestano la fisica e la chimica, certamente si arriverà a qualche spiegazione concludente. Intanto credo di poter ritenere che le piante esercitino all'esterno una scelta di materiali loro necessarj, e che pel succhiamento delle radici siano introdotti soltanto materiali utili.

Se finora non si può dire perchè una pianta assimili piuttosto un materiale che un'altro, o perchè non tutte prendano questi materiali nelle stesse proporzioni, non devesi dedurne la falsità della nuova opinione, ma piuttosto la mancanza di sufficienti cognizioni fisico-chimiche in proposito.

§ 28. — Ufficio dell'acido carbonico nella germinazione e nel germogliamento.

Ammesso quindi che le foglie non decompongano l'acido carbonico, ma lo trasmettano ai succhiatoj allo scopo d'intaccare ed assimilare i materiali terrestri, e che questi ordinariamente non si trovino mai previamente disciolti e liberi nel terreno, in modo da essere assorbiti dalle radici funzionanti quali spugne, osserviamo se le cognizioni fisiologiche già accolte da tutti, e se i fenomeni che ci presenta la natura valgano a con-

fermarci in questa opinione. Esaminiamo un vegetale dall' epoca del suo primo sviluppo fino al deperimento, a fine di rintracciare sperimentalmente l' ufficio dell' acido carbonico durante l'intiera vita vegetale.

Cominciamo dai primi istanti della vita vegetale, cioè dalla *Germinazione.* Quest'epoca germinativa fisiologicamente comprende tutto quel tempo in cui l' embrione vegetale vive a spese della propria massa cotiledonare, appunto come l'embrione animale, nei primi momenti del proprio sviluppo, vive a spese delle materie dell'uovo che lo contiene. — Che cosa adunque fornisce la massa cotiledonare all' embrione durante la germinazione? — La massa cotiledonare d' ogni seme può considerarsi un' agglomerazione di tessuto cellulare o di amido, la cui composizione è rappresentata da $C^{12} H^{10} O^{10}$. Questa formola, assoggettata artificialmente o naturalmente all'azione dell'umidità, del calore e d'una specie d'ossidazione pel concorso dell'aria o di un acido, comincia coll'assorbire acqua e combinarvisi, convertendosi in $C^{12} H^{12} O^{12}$, rappresentante una materia zuccherina la quale, per la continuazione del processo, si scompone dando luogo a due diversi prodotti, cioè a 4 $CO^2 + 2 C^4 H^6 O^2$. Il primitivo equivalente di tessuto cellulare, coll'essersi combinato a due equivalenti d'acqua, s'è cangiato in destrina e zucchero, indi per scomposizione diede luogo allo sviluppo di quattro equivalenti d'acido carbonico, e due di alcool, costituendo la così detta fermentazione alcoolica. Nella fermentazione alcoolica dell'amido, o dello zuccaro non accompagnata da processo vegetativo, lo sviluppo d' acido carbonico è accompagnato da un deposito di tartrati di calce o di potassa, il quale non ha luogo in concorso della vegetazione. Un tal fenomeno ci spiega come l'acido carbonico sia il veicolo che sciolga ed accompagni quelle basi alcaline (calce e potassa) nell' organismo vegetale, se-

Digitized by Google

gnatamente ove sia formazione amilacea; c' indica che la fermentazione in concorso del processo vegetativo, non lasciando deposito di tartrati, converte quelle basi alla composizione del nuovo organismo vegetale; ci spiega come, durante l' assimilazione, possa esservi un'eliminazione d' acido carbonico, quale uno dei principali elementi costitutivi degli acidi vegetali che salificano quelle basi alcaline; e spiegherebbersi finalmente alcuni depositi che succedono nell'acqua entro la quale peschino le radicette de' semi germinanti senza il concorso del terreno.

Nella germinazione naturale, come nell'artificiale che si fa, per esempio, allo scopo di fabbricare la birra, i risultati sono identici, e sono accompagnati dagli identici fenomeni, cioè sviluppo di calore e svolgimento di acido carbonico, riconoscibile pei caratteri speciali a quest'acido. Fuorchè, nella germinazione naturale l' aumento di temperatura, ed il sensibile sviluppo d' acido carbonico, non è riconoscibile se non quando si riuniscano molti semi a germinare nello stesso spazio. E qui è da avvertire che il calore e la presenza dell' acido carbonico sono evidenti sol quando il seme germini col semplice sussidio dell' acqua e dell' opportuna temperatura senza alcun intervento di materiali terrestri.

A che servono i prodotti della scomposizione della massa cotiledonare nell' epoca germinativa? — La germinazione abbisogna di acido carbonico atmosferico per la formazione della propria sostanza, o per elaborare i materiali della propria massa cotiledonare?

Un seme munito di massa cotiledonare, già lo dissi, rappresenta esattamente un uovo d'un animale oviparo, cioè d'un animale le cui uova si sviluppano all'esterno, e senza alcun legame col di lui corpo. Tanto un uovo animale, quanto un uovo vegetale, possono essere incubati artificialmente coll'intervento dell'aria o dell'ossi-

geno, e per mezzo dell'opportuno grado di temperatura ed umidità, accompagnato dall'oscurità o da luce poco intensa. Nell'embrione animale e nell'embrione vegetale, trovasi quella sostanza che, nelle opportune condizioni d'incubamento, riceve il primo impulso vitale od alterazione, per la quale viene mano mano convertita a suo pro tutta la sostanza dell'uovo o della massa cotiledonare. La massa cotiledonare serve adunque a mantenere l'embrione nei primi momenti della vita, convertendo in fusticino, fogliette e radicette le proprie sostanze organiche ed inorganiche, per mezzo delle annunciate chimiche modificazioni; è un alimento di scorta per l'embrione, finchè non abbia foglie o non trovi terreno da elaborare.

Quando si pongano a germinare, senza il concorso del terreno, più semi della stessa specie, o di composizione chimica pressochè identica, avviene che quelli i quali non possono germinare, per qualche condizione sfavorevole, servono di alimento alle radici dei semi germinati, come risulta dai qui uniti esperimenti del dottor Augusto Trinchinetti, inseriti in una Memoria premiata dall'Istituto Lombardo nel 1843, e riportati dal Cossa.

Mise su di un piatto di porcellana uno strato di lenti alto tre linee circa e tenuto sempre umettato con acqua; dopo pochi giorni alcune lenti germinarono e dopo breve tempo i loro fusti acquistarono l'altezza di un mezzo piede. Dopo tre settimane osservò che molte lenti non germinate erano putrefatte e che tra queste alcune erano attaccate alle radici di altre lenti. Facendo bene attenzione come vi stassero unite scorse che le radicette vi serpeggiavano sopra e mandavano dei piccoli prolungamenti laterali che penetravano nel parenchima corrotto nei punti ove trovavano qualche soluzione di continuità nell'involucro seminale, rilevando anche che le lenti penetrate erano quasi tutte più piccole delle altre. Successivamente in un vaso ove crescevano due pianticelle di *zinnia rosea* pose molti semi di veccia

(*vicia sativa*). Dopo un po' di tempo trovò che alcune radici della zinnia avevano attaccato al loro apice taluni tra i semi di veccia nei quali, quantunque si fosse conservato l'involucro esterno e la forma loro propria, pure nel loro interno invece del perisperma v'era solamente poca materia terrosa; mentre il perisperma degli altri semi non tocchi dalle radici sebbene fossero nelle medesime circostanze dei primi, tuttavia era pochissimo o punto alterato.

Ad un seme germinante fuori terra pungete o togliete in parte od in totalità la massa cotiledonare, ed avrete alterato il decorso di questo primo stadio della vita vegetale; e vedrete la pianticella perire tanto più presto quanto maggiore sia stata l'alterazione o la diminuzione della massa cotiledonare. Finalmente, quando un seme germina col solo intervento dell'umidità, del calore e dell'ossigeno, senza il concorso del terreno, ogni fenomeno vegetativo cessa allorquando sia intieramente consumata la materia cotiledonare.

Fenomeni degni per noi d'attenzione, e che possono constatarsi durante l'epoca fisiologica di germinazione, sono i seguenti:

La germinazione non abbisogna di acido carbonico atmosferico, perchè può continuare a spese della massa cotiledonare senza intervento de' materiali terrestri, cioè senza il bisogno di elaborarli. La germinazione non abbisogna d'acido carbonico, perchè può aver luogo nel l'oscurità ove non ne è possibile l'assimilazione, quand'anche l'embrione abbia di già discretamente sviluppate le foglie; e può continuare nell'oscurità finchè vi sia massa cotiledonare da elaborare. Le foglie possono rimaner biancastre, senza che venga sospeso il processo germinativo, laddove se ad un tratto imbianchissero le foglie durante il germogliamento, se ne sospenderebbe il progresso. Le foglie bianche non assorbono acido carbonico, e per conseguenza non servono alla vegetazione; ma non si op-

pongono alla germinazione la quale ha in sè tutti gli elementi necessarj di sviluppo. L'acido carbonico sviluppato dall'alterazione di questa, certamente non serve tutto ad elaborare la massa cotiledonare, poichè le radicette ne emettono in buona quantità. Per accertarsi di questo fenomeno basta far germinare dei semi sotto una campana capovolta sul mercurio: dopo alcun tempo l'aria si trova contenere una quantità maggiore d'acido carbonico.

Noi finora abbiamo considerata la germinazione senza il concorso del terreno: ma quando avviene nelle normali condizioni, cioè in contatto de' materiali terrestri, mostra alcune differenze, nè più si possono distinguere le due epoche fisiologiche di germinazione e di germogliamento. L'epoca di *germogliamento* ha principio nel momento in cui l'embrione, abbastanza sviluppato nelle prime fogliette e radicette, trovandosi nel terreno, comincia ad elaborarne i materiali, manifestando un'azione propria. Da questo istante il nuovo vegetale cessa d'essere embrione, ed acquista il grado di pianta; rappresenta insomma il pulcino uscito dall'uovo.

Berti-Pichat chiama *germogliamento* il primo stadio che io dissi germinazione, e *sviluppamento germinativo* il secondo da me detto germogliamento. Io non posso adottare le denominazioni di quell'autore, per non togliere alla parola *germoglio* il significato attribuitogli durante la vegetazione.

Dissi che la germinazione quando avviene nel terreno non può essere distinta precisamente poichè, quando l'embrione, sviluppate le foglie, comincia ad elaborare i materiali terrestri colle proprie radicette, cessa il consumo della massa cotiledonare, rimanendone una porzione tanto maggiore quanto più presto incominciò a nutrirsi con materiali esterni.

A che serviva dunque lo svolgimento e l'emissione

d'acido carbonico dalle radici durante la germinazione? — Perchè la massa cotiledonare che lo forniva cessò di scomporsi, allorchè le foglie della novella pianta cominciarono a funzionare sull'acido carbonico atmosferico? La massa cotiledonare cessa forse di fornir acido carbonico perchè, quando le foglie cominciano la propria funzione di respirazione, sia cessato il bisogno d'emettere acido carbonico dalle radici? Oppure le foglie sostituiscono la funzione della massa cotiledonare, quella cioè di somministrare acido carbonico alle radici? Un legame deve necessariamente esistere fra l'ufficio della massa cotiledonare e quello delle foglie.

Il fenomeno che ci presenta un seme, od embrione munito di massa cotiledonare, ce lo presentano anche gli altri embrioni, sebbene non sieno frutto della fecondazione. Tali noi dobbiamo considerare i bulbi, le gemme delle talee, degli innesti, delle radici carnose, e quelle dei tuberi nel secondo anno o stadio di loro vegetazione.

I bulbi dei giacinti, cipolle, e d'altre piante consimili, fatti vegetare nell'acqua, dopo d'aver portato quanto potevano di stelo o di fiori, in seguito deperiscono affatto, e scemano di tanto peso quanto è quello rappresentato dalla produzione di stelo, foglie o fiori. Insomma tutto quanto si è formato colla nuova vegetazione si è formato a spese delle loro scaglie, le quali fecero l'ufficio di massa cotiledonare. Se all'incontro fate vegetare gli stessi bulbi nel terreno, ad eccezione d'una prima diminuzione nella massa delle scaglie che dura solo fin quando siansi sviluppate le radici, vedete che quel bulbo aumenta di volume e di peso per l'aggregazione di nuove gemme o bulbi minori.

Nè diversamente si comportano le radici carnose nelle due differenti condizioni, cioè quando vi sia il concorso del terreno, e quando vi sia soltanto quello dell'umidità. (Vedi § 19 Sperienze del Risler).

Le gemme degli innesti ad occhio, e quelle delle marze, delle talee, ecc., mostrano anche esse il bisogno di una sostanza che tenga l'ufficio della massa cotiledonare, cioè che loro fornisca alimento finchè non sono in grado di procurarselo colle proprie forze.

La gemma dell'innesto ad occhio è quella che ne abbisogna di meno, poichè l'embrione trova nelle stesse scaglie della gemma un sufficiente alimento per quei pochi giorni che passano dalla sua applicazione sull'alburno sino al momento in cui, mettendo in quello le proprie radici, si nutre coi sughi assorbiti dal soggetto (§ 36).

Le gemme delle marze per gli innesti a spacco ed a corona, abbisognano pure d'essere munite d'una certa quantità di legno, che adempia l'ufficio di massa cotiledonare per un tempo più lungo di quel che lo potrebbero fare le sole scaglie delle gemme, poichè meno pronta è la loro unione col legno del soggetto.

Le gemme poi delle talee che si pongono in terra, quanto più difficilmente, per loro natura, possono mandar fuori le radici, abbisognano d'altrettanta maggior quantità di legno, acciò vivano a di lui spese finchè quelle non siansi pronunciate.

In tutto il tempo che precede la formazione delle radici, e che può dirsi epoca di germinazione, sia nei bulbi, che nelle radici carnose, e nelle gemme isolate o munite di legno, o d'una massa tuberosa, non vi è bisogno del concorso dell'acido carbonico atmosferico. Per miglior intelligenza, osserviamo cosa avvenga in un tubero di pomo terra, che noi possiamo considerare siccome un certo numero di gemme od embrioni, impiantati entro una massa tuberosa amilacea, affatto simile ad una massa cotiledonare.

Un pomo di terra allo stato normale contiene tanta quantità d'acqua che basta ai fenomeni di prima vege-

Digitized by Google

tazione senza sussidio d'altra umidità artificialmente aggiunta. Collochiamo un pomo di terra in luogo oscuro e dove non trovi alimento alcuno; un secondo sia pure collocato nell'oscurità, ma nel terreno; un terzo alla luce, senza terreno; ed un quarto nelle ordinarie condizioni di coltivazione.

Il primo, quando vi concorra l'opportuno grado di calore, ingrosserà e svilupperà le proprie gemme; queste si allungheranno svolgendo molti prolungamenti laterali, i quali, ad eccezione del centrale, nel primo loro presentarsi non si saprebbe bene distinguere se siano destinati ad essere ramificazioni secondarie aeree (steli), o ramificazioni sotterranee (radici). Dopo un certo tempo dal loro sviluppo, anche quei prolungamenti che sorgono alla base di ciascuna gemma, e che evidentemente dovrebbero convertirsi in radici quando fossero nel terreno, non trovandone, mostrano anch'essi di farsi veri steli. Il prolungamento delle gemme continua, e nell'egual tempo il tubero si avvizzisce e scema proporzionatamente di volume. Il color verde manca completamente, e sebbene la massa del tubero possa convertirsi in totalità ad aumentare i prolungamenti, sui quali spesso si riscontrano tracce di piccoli tuberi, pure, finchè la cosa succede nell'oscurità, le foglie si conservano allo stato rudimentale, o si spiegano pochissimo, conservando una tinta biancastra tendente al roseo. Elaborata finalmente tutta la massa cotiledonare, la pianta cessa dall'aumentare, e la traspirazione, per debole che possa essere, lascerà, dopo alcun tempo, il tubero appassito, disseccato e morto. Oppure, se l'umidità esterna non permise la traspirazione, compiuta la fermentazione alcoolica del tubero, essa passerà lentamente alla putrida, ed il tutto si scomporrà e si coprirà di muffe.

Il secondo tubero, posto nell'oscurità ma nel terreno, si munirà di radici, avrà foglie alquanto più pronunciate,

conserverà nella propria massa o nella vegetazione delle sue gemme una maggior vigoria, con un color biancastro tendente al verdastro; la durata della vegetazione sarà maggiore, e vi si riscontrerà un leggier aumento di materiali. Ciononpertanto, esaurita la massa cotiledonare, cesserà parimenti ogni fenomeno vegetativo, e si avranno gli stessi fenomeni di deperimento.

Il terzo tubero, esposto alla luce, senza terra, ma nell'opportunità di sviluppare le proprie gemme, darà germogli più pronti, meno acquosi, per una maggior traspirazione; bianchi dapprima, indi verdeggianti; tutti tendenti a svolgersi in germogli aerei, muniti di foglie abbastanza pronunciate. Finalmente, consumata la massa cotiledonare, esso pure subirà il deperimento soprannotato, senza alcun aumento di materiali.

L'ultimo, posto nelle ordinarie condizioni, dapprincipio, come nel seme, convertirà parte della propria sostanza allo sviluppo primo dell'embrione, delle prime foglie e delle prime radici; ma, sviluppate queste, cesserà di vuotarsi. Infatti non è raro il trovare al momento del raccolto quasi ancora intatti i tuberi che servirono all'impianto. Sol quando il terreno fosse estremamente secco, non potendo la vegetazione continuare col normale solvente acquoso del terreno. progredisce o torna a mantenersi a spese del tubero, che ancora ha conservato la propria umidità. Questa è una fra le cagioni che il pomo di terra mostra soffrire poco la siccità estiva. — Finalmente, la vegetazione di questo quarto tubero, continuerà sino al termine della vita annuale, cioè sino alla maturazione del frutto, o continuerà finchè la temperatura lo permette, avendo sempre aumentato i materiali che costituivano gli steli, le radici, i tuberi, ecc.

Se adunque la scomposizione della massa cotiledonare cessa appena che, trovandosi la pianticella nelle normali condizioni, abbia le foglie sviluppate. Se la prima ger-

Digitized by Google

minazione può far senza dell'assimilazione dell'acido carbonico atmosferico, finchè vi sia massa cotiledonare incaricata a fornirlo. Se nel terreno, senza il concorso della luce, la vegetazione non può continuare, cioè non ha luogo il germogliamento dopo l'intiera consumazione della massa cotiledonare, poichè senza luce non vi ha assorbimento d'acido carbonico. Se il consumo della massa cotiledonare cessa allorquando, nelle opportune condizioni di luce e di terreno, siavi assorbimento d'acido carbonico per parte delle foglie. Se l'assimilazione dell'acido carbonico atmosferico è indispensabile al germogliamento quando sia consumata la massa cotiledonare, è supponibile che l'ufficio delle foglie sia identico a quello della massa cotiledonare, sia quello cioè di trasmettere acido carbonico alle radici. Probabilmente la massa cotiledonare funziona come la placenta negli animali vivipari, fornendo al nuovo essere un sangue arterioso bello e formato senza sussidio d'una propria respirazione: incominciata la quale, all'uscire dell'alvo materno, l'animale abbisogna ed è capace di elaborare il nutrimento colle proprie forze, onde riparare ed aumentare il proprio organismo. Negli animali, i polmoni sostituiscono la placenta; ne' vegetali, le foglie sostituiscono la massa cotiledonare.

Vediamo ora che avvenga in una pianta che più non abbia massa cotiledonare da elaborare, quando si metta in condizioni tali che più non vi sia assorbimento d'acido carbonico, sia togliendo il concorso della luce, sia togliendo le foglie mano mano che si mostrano.

Nel caso che avessimo collocata una pianta nell'oscurità, cui però non manchino le altre condizioni di terreno, umidità e calore, vedremo che le foglie esistenti andranno mano mano perdendo il color verde; che le nuove, svolgentesi dal germoglio in corso di vegetazione resteranno bianche e più piccole delle altre; e finalmente

dopo un tempo più o men lungo, la pianta perirà. La nutrizione cessò appena che le foglie si trovarono nella oscurità, e quel meschino successivo sviluppo di germogli, avvenne, come nella germinazione, a spese dei materiali già esistenti nella pianta. L'oscurità avendo impedita la funzione delle foglie, non ha impedito l'assorbimento dell'umidità per parte delle radici, ma non vi ebbe più assimilazione di materiali.

Ora, invece di impedire la funzione delle foglie per mezzo dell'oscurità, toglietele, e lasciate la pianta nelle condizioni normali. Mano, mano che toglierete foglie, le gemme procureranno di fornirne di nuove, ma tolte anche queste subito che si mostrano, sebbene continui l'assorbimento dell'umidità terrestre, la pianta dovrà inesorabilmente perire, non potendo per mancanza di foglie elaborare né i materiali terrestri, né i proprii.

Insomma, l'epoca di germinazione in senso fisiologico, sia d'un seme quanto d'un germe od embrione qualunque, sia d'una pianta che non potendo respirare non possa elaborare materiali fuori del proprio organismo, è da rassomigliarsi all'epoca letargica d'un animale, durante la quale consuma la propria sostanza. Terminata l'epoca di germinazione, quando la pianta venga disturbata nella funzione respiratoria, può rassomigliarsi ad un individuo che, come già si disse al § 7, impedito di respirare normalmente non può neppure nutrirsi normalmente; o che mancando d'alimento, la di lui respirazione vada in parte a consumare le sostanze proprie, come succede negli infermi, nei vecchi, od in quelli cui si presti una insufficiente alimentazione. Né qui voglio ripetere quanto già dissi nel suddetto paragrafo, sulla relazione strettissima che, tanto negli animali quanto nei vegetali, esiste fra l'elemento assorbito dai polmoni o dalle foglie, e la quantità di nutrimento elaborato ed assimilato. Solo esporrò alcune applicazioni pratiche di

questi principii, cioè che le piante non assimilano materiali terrestri se non quando hanno foglie verdi e radici intatte (ammesse le altre condizioni di temperatura e di umidità); e che spesso preparano in sè i materiali destinati al completo sviluppo, o normale costituzione di alcune loro parti ultime a mostrarsi, qual'è il seme, allorquando la vegetazione, od il germogliamento della pianta, cessi durante la formazione del frutto. Questi materiali, nelle piante, sono disposti in guisa da essere trasmessi alla parte cui devono andare, sebbene levate dal suolo qualche momento prima che si possa credere cessata ogni funzione delle foglie e delle radici. Finalmente vi proverò come tutte le piante nel deperire, od al termine normale della loro vita, quando cessano d'elaborare materiali esterni, consumano parte dei loro stessi materiali.

§. 29. — Le piante, quando maturano il frutto e quando deperiscono, elaborano in parte i loro proprj materiali. — Applicazioni pratiche.

Tutti ormai riconoscono di quanto danno sia, per la normale costituzione del frutto di molti cereali e d'altre piante, il togliere nel momento della sua prima formazione, in tutto od in parte le foglie, o porzione di stelo o dei rami, sebbene il frutto venga rispettato. In tal caso i semi dei cereali riescono più piccoli e rugosi, ed i frutti in generale difficilmente acquistano le ultime loro proprietà speciali, cosa che risulta di sommo danno, singolarmente per le piante a frutto dolce. — Molte piante possono maturare i loro semi sebbene levate del suolo alcuni giorni prima della loro perfetta maturanza, quando però si scorga che le foglie, essendo ingiallite o dissecate, più non si prestano alla respirazione.

Esempj di questo fatto ne abbiamo nel ravvizzone (1), nel lupino, nel lino, nella canapa, ed in molti cereali, quali il riso, il miglio, il frumento ed anche nel melgone lasciato in panocchia. Che anzi è frequentissimo il vedere migliori, più pesanti e meno rugosi, i semi delle piante levate piuttosto immature dal suolo, che non quelli d'altre rimaste in terra sino a perfetta maturanza, e finchè il seme abbia acquistato il grado normale di secchezza, pel quale possa conservarsi. Lo stesso però non avverrebbe quando si staccassero dallo stelo le silique, le spighe, od i bacelli. Anche le piante a radice carnosa, quando maturano il seme, consumano gran parte della sostanza che le costituisce.

Un'altra conseguenza pratica di questo stesso principio, cioè che lo stelo prepara in sè i materiali pel seme, e che il seme, nei suoi ultimi momenti di formazione, vive in parte a spese del proprio stelo, è la seguente:

L'erba destinata ad essere convertita in fieno non si lascerà mai arrivare a tal punto che incominci a togliere al terreno i materiali pel seme, e meno ancora si permetterà che questo possa maturare. Tale intento facilmente lo si ottiene, senza grave scapito nella qualità nutriente del foraggio, falciando il prato quando la maggior parte delle erbe, che ne compongono la cotica, stia per isfiorire. Così operando, il fieno riesce migliore, cioè più nutriente, perchè steli e foglie nulla hanno somministrato alla formazione e maturazione d'un seme che ordinariamente va perduto nell'essiccamento, nel trasporto sulle cascine, e nelle mangiatoje. E queste sostanze, o materiali che servono alla formazione del seme, sono le più nutrienti, quelle cioè che contengono la massima quantità di materie albuminoidi. Inoltre, se l'erba che non ha maturato il frutto è migliore pel bestiame, meno

(1) Vedi, *Études sur le colza, par Isidore Pierre, Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris*

toglie in pari tempo al terreno, e meno prontamente lo estenua. — Ho detto che il frutto, per maturare, sottrae in parte i materiali necessarj alla propria parte erbacea, ma il resto lo sottrae al terreno. Provate sopra due superficie uguali di prato, poste in eguali condizioni, a tagliar erba a frutto maturo in una, ed appena sfiorita nell'altra, e vedrete che, entro un anno, avrete maggior foraggio da quest'ultima; e che, se in questa potete concimare ogni due anni, in quella ove tagliate l'erba a frutto maturo, sarete obbligati a concimare tutti gli anni, se volete ottenere la stessa quantità di prodotto.

Ognuno sa che il legno delle piante morte in piede viene rifiutato da chi lo lavora e da chi lo fa servire come combustibile. A parità di volume e di secchezza, esso pesa meno di quello proveniente da piante tagliate ancora in corso di vegetazione. Al fuoco il legno, delle piante morte, dà minor fiamma e lascia una minor quantità di ceneri, perchè negli ultimi momenti della vita le piante consumarono una maggior o minor quantità dei loro stessi materiali; eppertanto il legno riuscirà di qualità tanto più scadente, quanto maggiore sarà stata la durata o l'intensità del deperimento. Su tale principio è fondata la rotazione pel taglio dei boschi, importando che lo scalvo od il taglio sia fatto non solo dopo l'epoca del massimo aumento, ma eziandio avanti che si mostrino gl'indizii di deperimento.

Da dove credete voi che traggano il loro nutrimento quei germogli che sorgono sul tronco delle piante di recente tagliate? — Quei germogli sono gemme latenti che si sviluppano a spese della sostanza del tronco istesso, come farebbe la gemma d'un innesto ad occhio.

Perchè ad alcune piante, il cui legname vorrebbesi conservare più a lungo, si leva in primavera un largo anello di corteccia in basso, mentre si lasciano in terra ancora per altro anno? — Perchè i germogli che svi-

Digitized by Google

lupperà in quell'anno sono mantenuti a spese delle sostanze elaborate ed assorbite nell'anno antecedente, e non ancora indurite; eppertanto il legno in seguito si altera meno facilmente, siccome spoglio di gran parte delle sostanze non ancora solidificate nell'organismo vegetale.

Tutto insomma ci conferma che appena venga alterato l'ufficio delle foglie o delle radici, ossia la relazione strettissima che esiste fra le loro funzioni, la pianta, sebbene continui ad assorbire umidità, cessa di elaborare materiali nuovi, e mantiene la respirazione o supplisce ai bisogni proprii, elaborando materiali già stati assimilati, e che già formano parte del proprio organismo.

Il dottor Zanardini (*) oppone che vi sono piante, quali le Aerides e Tillandsie, che vivono ed aumentano sospese nell'aria.

Ora, ei dice, quali materiali inorganici possono in tal caso intaccare le radici mediante l'acido carbonico proveniente dalle foglie? Come riparano al perduto senza ritrarre alimento alcuno dal suolo? Sappiamo benissimo che le piante a radici bulbose, tuberose o carnose vivono e vegetano fuori del terreno a spese della propria sostanza, e ammettiamo pure che tutti i vegetabili, al termine normale della loro vita, cessano di elaborare sostanze esterne consumando parte dei loro stessi materiali; ma, nel primo caso notevole e progressiva è la diminuzione di sostanza consumata a sostegno della vita, nel secondo evidenti sono i fenomeni che palesano un languore vitale, mentre nelle piante suaccennate (le Aerides e Tillandsie) anzichè diminuzione, vi è continuo aumento di sostanza, e piuttosto che languore, cresce la vigoria col crescere della fase vegetativa.

Nelle piante che vivono sospese nell'aria, le foglie o le radici dovrebbero essere pertânto inutili. Pure un semplice riflesso basta a provare la non inutilità delle une e delle altre. Queste piante allorchè vivono sospese nel-

(*) Relazione del D.r Zanardini all'Istituto Veneto

l'aria, aumentano in modo appena percettibile, e solo quanto forse lo permetta l'elaborazione del pulviscolo atmosferico che va a depositarsi sulle radici; provando per avventura con questo fatto essere appunto più necessaria la presenza dei principii inorganici, che non quella dell'umidità terrestre, essendovi piante che non ricevono altro umore tranne il vapore acqueo atmosferico. Nè è a credere che le piante dette aeree aumentino per condensamento di elementi combustibili atmosferici, poichè sappiamo che essi non entrano a far parte nell'organismo vegetale, se non in concorso degli elementi incombustibili inorganici. Si conceda a queste piante il contatto dell'aria, ma s'impedisca ogni contatto di pulviscolo atmosferico, e vedrassi di quale aumento siano suscettibili. Riparare ed aumentare un organismo qualunque senza concorso di materie nutritive è cosa concessa soltanto a cert'uni, i quali, volendo ingannare il mondo, si privano del piacere di mangiare in pace ed in società. — E finalmente, impossibile è la riparazione e l'aumento dei vegetali che nessun alimento ritraggano dal suolo; nè è supponibile che le Aeridi e le Tillandsie pratichino astinenze od inganni per farsi canonizzare.

§ 30. Cause che influiscono sull'assorbimento dell'acido carbonico. — Il Clima, ossia la temperatura e l'umidità. — Influenza della preparazione e del volume dell'alimento. — Esseri parassiti.

Ritenuto che le piante si nutrano per materiali elaborati col mezzo dell'acido carbonico emesso dalle radici, meglio potremo darci ragione d'alcune condizioni le quali esercitano un' influenza sulla nutrizione vegetale.

Prima fra queste trovasi il clima, ossia il diverso grado di temperatura e d'umidità atmosferica naturale

e speciale a ciascuna regione, ed il balzo o divario eventuale od artificiale delle stesse condizioni: indi la quantità o volume, dell'alimento, per rapporto ai bisogni naturali e particolari di ciascuna pianta.

L'acido carbonico considerato da solo, agisce tanto più energicamente quanto maggiore è la temperatura e la di lui proporzione nel veicolo dell'aria e dell'acqua. — Queste proprietà sono conservate e si manifestano anche nella nutrizione vegetale, la quale non è altro che un processo chimico. Inutile è il dire che il concime il più azotato, adoperato nella maggior quantità possibile, non arriverà mai a darci la vegetazione delle passate epoche geologiche, allorchè, come tutto lo indica, molto maggiore era la quantità d'acido carbonico nell'atmosfera, e più elevata la temperatura. Basta confrontare anche attualmente la vegetazione tropicale con quella che sempre più va avvicinandosi ai poli; e quella al livello del mare con quella presa ad altezza sempre maggiore. Ad una temperatura costante di 0°, o superiore soltanto di qualche grado, la vegetazione è impossibile; quindi, se presso l'equatore la vegetazione è continua, allontanandosene e portandosi verso il polo, essa comincerà ad avere un'epoca di riposo, la quale sarà tanto più lunga, quanto maggiore sarà la distanza dall'equatore o la durata d'una temperatura insufficiente. — Nel nostro clima temperato la vegetazione incomincia coi primi tepori di primavera, prosegue e si fa vigorosa nella state, diminuisce nell'autunno, e cessa affatto nel verno.

Ma non tutte le piante, nè tutte le loro parti abbisognano d'un egual grado di calore per svilupparsi o vegetare; ed abbisognano d'una temperatura tanto maggiore quanto maggiore è la quantità d'amido di che sono costituite o che devono produrre. E noi sappiamo che alla formazione dell'amido concorre, quale elemento inorganico,

un alcali, e quale elemento organico combustibile, l'acido carbonico. Pertanto non vi potrà essere abbondante assimilazione di potassa o di soda o di calce se non vi sarà un corrispondente assorbimento d'acido carbonico; e quest'acido carbonico è assorbito in quantità maggiore ed agisce tanto più energicamente quanto più elevata è la temperatura.

Quali sono in fatti le produzioni vegetali che dominano ne' climi caldi? Le sostanze ternarie composte di ossigeno, idrogeno e carbonio, e le binarie o carburi d'idrogeno, quali l'amido, le fecule, i sughi dolci e zuccherini, le resine e le essenze. — Quali sono i semi, usati in agricoltura, che per germinare esigono una temperatura maggiore? Quelli appunto nei quali abbonda la fecula e l'amido, siccome il riso, il melgone, il miglio; minore temperatura richiedono i semi del frumento, fagiuoli, ceci, lenti, lupini, piselli; le fave possono germinare quasi alla fine del verno; e la segale, l'orzo e l'avena, germinano nel tardo autunno, e coi primissimi tepori di primavera, appena che la temperatura sia superiore a 0°. Questa non è quistione di tempo ma di calore. Si semini il riso od il melgone quando, alla fine di febbrajo o primi di marzo, si semina l'orzo o l'avena, e si vedrà che quei semi putrefano ma non germogliano. All'incontro tutti i semi impiegano tanto minor tempo, anche relativamente, quanto maggiore sia il calore, ben inteso nei giusti limiti, e che vi concorra l'umidità. Il miglio seminato in aprile impiega 15 giorni almeno a spuntar da terra: seminato in luglio mostra il germoglio in quattro giorni. Non è soltanto una somma di temperatura, ma una massima che è richiesta da ciascun seme, perchè compia regolarmente la germinazione. Così resta per legge chimica disposto che, naturalmente, la germinazione abbia luogo sol quando la futura pianta trovi tutte le necessarie condizioni perchè si nutra senza fermarsi nello sviluppo.

Digitized by Google

Infatti le piante che sono seminate o fatte nascere avanti tempo, ossia prima che trovino la temperatura loro conveniente, non solo restano stazionarie, ma soffrono e talvolta ne risentono danno per tutto il tempo della loro vita; così avviene spesso del riso, melgone, fagiuoli, pomi di terra, pomi d'oro, meloni, poponi, ecc. Per il che, val meglio differirne la semina sino all'epoca opportuna, quand'anche si tema di perdere un mese di tempo. Ecco pertanto l'utilità e la necessità dei letti caldi per quelle piante che esigono un discreto grado di calore anche nel primo loro sviluppo, e che, seminate presto nel campo, non germinerebbero o soffrirebbero dopo d'aver germinato. Col letto caldo si anticipa la semina, ed all'epoca opportuna si procede al piantamento della pianticella, già avanzata nella vegetazione e munita di 4 a 6 foglie. Così si pratica nel nostro clima col tabacco, barbabietola, ricino, meloni, pomi d'oro, e con tutte quelle piante che incominciano a germinare sol quando la media sia di 12° a 13°, che desiderano una temperatura costantemente elevata, e che vogliano compiere la loro vita ricevendo in breve tempo una forte somma di temperatura.

Questo medesimo principio vale eziandio per la susseguente vegetazione o produzione vegetale. Quanto più una pianta, per essere convenientemente costituita, deve contenere di materia amilacea o zuccherina in una o più delle sue parti, e vuole abbondante concorso d'acido carbonico ed alcali, essa esige un più forte grado di temperatura quando sta per formarle, e tanto maggiore, quanto più dall'amilaceo il prodotto passi al zuccherino. Erroneamente si disse esservi piante che maturano il loro frutto a calor decrescente, quali la vite, il melgone, il castagno. il fico, ecc. Per convincervi di tale assurdo fisiologico basta confrontare fra loro i frutti delle medesime piante, maturati gli uni a calor crescente,

Digitized by Google

e gli altri a calor decrescente; cioè i frutti de' climi caldi cogli identici de' climi temperati; ed a parità di clima, i frutti delle annate più calde con quelli delle annate più fredde.

Come nella digestione od assimilazione animale, la temperatura ha dunque la massima influenza, sia sulla possibilità della vegetazione, sia sulla qualità chimica dei suoi prodotti. Ma non tutte le piante, nè tutti i loro prodotti, abbisognano d'una temperatura eguale. Or bene quest'influenza della temperatura sulla vegetazione, riesce meglio evidente attribuendo all' acido carbonico emesso dalle radici la facoltà solvente ed assimilatrice dei materiali terrestri.

La possibilità o l'impossibilità di acclimatizzare piante di clima più caldo è basato sopra questi principii. Le piante meno ricche di carbonio, o meno bisognose di materiali che richiedano il maggior concorso d'acido carbonico, si potranno acclimatizzare più facilmente che non quelle che in qualche loro parte abbondino od abbisognino di quelle sostanze. Se questo bisogno si limita al frutto od al seme, resisterà la parte legnosa, la pianta fiorirà, ma non porterà a maturanza nè frutti, nè semi; ma se anche la parte legnosa richiedesse un abbondante concorso di acido carbonico, allora difficile od impossibile ne sarà l'acclimatazione. Inoltre, non ricevendo queste piante l'acido carbonico nella quantità conveniente, non possono elaborare l' opportuna quantità di materiali inorganici, necessarii per dare la voluta solidità ai loro tessuti; riescono più acquose, epperò più suscettibili a soffrire per l'abbassamento jemale di temperatura.

Sotto questo medesimo punto di vista meglio rilevansi eziandio gli effetti dell'umidità sulla vegetazione. L'acido carbonico emesso dalle radici esercita una minor azione a bassa temperatura, e quando sia troppo allungato, o sciolto in troppo umor acqueo. La soverchia mancanza

d'umidità, può lasciar credere ad una soluzione più concentrata d'acido carbonico, ma questa maggior concentrazione a nulla serve se manca l'opportuna quantità di veicolo solvente, avuto riguardo anche alla facilità della futura circolazione. Ma una soverchia umidità nuoce perchè, diminuisce la temperatura del suolo, e fornisce una soluzione troppo allungata; motivi entrambi di minor azione.

La clorosi e la gomma sono malattie dovute a queste due condizioni, verificandosi segnatamente in primavera ed autunno, quando improvvise susseguano alla siccità ed al caldo. La clorosi è un ingiallimento delle foglie, che si palesa dietro gli anormali e prolungati abbassamenti di temperatura, e dinota chiaramente che incagliato e diminuito è l'assorbimento d'acido carbonico, essendo quest'assorbimento accompagnato costantemente dal color verde. Il frumento ed il lino, fra le coltivazioni che si trovano in terra alla primavera, vanno più facilmente soggette alla clorosi della segale; e mentre il melgone può subire la clorosi in maggio ad una media di + 12°, il frumento più non la soffre, appunto perchè non tutte le piante esigono la stessa temperatura per compiere normalmente le loro funzioni. Fra gli alberi più facilmente son presi dalla clorosi quelli che sono originarj di clima caldo, e che, per la normale loro costituzione, abbisognano di molta potassa, soda o calce, e per conseguenza di una temperatura tale che permetta e favorisca l'assorbimento e l' azione dell'acido carbonico sui materiali terrestri. Quindi, fra i primi a soffrire sono il pesco, il meliaco, il gelso e la vite.

La gomma è parimenti il prodotto d'un maggior assorbimento, per parte delle radici, d'un umor troppo diluito e poco nutritivo, eppertanto d'uno squilibrio fra l'assorbimento e la nutrizione, e fra l'assorbimento e la traspirazione, resa difficile dall'atmosfera già per sè umida

e fredda. Tagliate una vite quando abbia discretamente sviluppati i germogli, e vedrete che dalla ferita, dopo un giorno o due, non uscirà umore di giorno, ma solo all'avvicinarsi del crepuscolo della sera, quando incomincia il primo raffreddamento notturno. Il gemizío durerà sino al mattino finchè il sole abbia riattivata una forte traspirazione per le foglie. Se la giornata poi si mantenesse coperta, l'umore probabilmente continuerà a gemere anche di giorno. — L'umore, in seguito al raffreddamento per piogge prolungate, è meno elaborato e meno denso, e più prontamente ed in quantità maggiore si porta all'esterno tra l'ultimo strato legnoso e la corteccia, ove esercita uno sforzo, e si fa strada all'esterno pei pori o per le fenditure già esistenti, o cagionate dallo sforzo istesso. Nel ciliegio, nel prugno, nel meliaco, e più ancora nel pesco, la produzione della gomma è facilissima e rapidissima appena che siavi un balzo di temperatura in meno od una pioggia alquanto prolungata.

La soverchia diluzione dell'umore emesso dalle radici avviene non solo a motivo delle piogge abbondanti, ma eziandio per le inondazioni o per le irrigazioni mal praticate, o praticate in una misura maggiore di quella richiesta dalla pianta coltivata.

Gli alimenti troppo diluiti anche negli animali, quantunque contengano la necessaria quantità di sostanze nutritive, riescono meno efficaci e talvolta anche indigesti. I cavalli da tiro indeboliscono, nè possono sostenere le consuete fatiche, quando si alimentino con foraggi verdi assai acquosi; le vacche alimentate con erba aumentano il latte, ma deperiscono in poco tempo o più presto d'altre che mangino foraggio secco. Anche nell'alimentazione umana succede lo stesso. Mantengasi con zuppa e pancotto un facchino, e in breve non sarà più capace di portar pesi; diasi ad un individuo sano e robusto un alimento troppo brodoso od acquoso, e in due giorni avrà

tutti quei sintomi d'imbarazzo o di alterazione del sistema digerente, che indurrebbero il medico a prescrivergli un purgante. Cesserà pertanto la meraviglia del vedere che un ammalato spesso digerisce meglio il risotto e l'arrosto, che non abbondanti e sostanziosi brodi.

Insomma negli anni freddi e piovosi minore è l'assimilazione delle materie inorganiche, mentre dovrebbe esser maggiore se le piante si nutrissero con soluzioni già preparate. Nè devesi confondere vegetazione apparente, fogliacea, con normale costituzione, non solo di materie amilacee e zuccherine, ma eziandio dello stesso tessuto legnoso. I germogli possono essere più lunghi di quelli della stessa pianta cresciuta in clima o stagioni asciutte e calde, ma saranno certamente esili, deboli, ed a pari volume daranno una minor quantità di ceneri.

Considerando i succhiatoj delle radici quali altrettanti punti separati d'una superficie, od uno stomaco rovesciato la di cui superficie sia suddivisa appunto come i polmoni esterni o branchie, ed assegnando all'acido carbonico l'ufficio di sugo gastrico, una grande influenza sulla nutrizione od assimilazione sarà necessariamente esercitata dallo stato di preparazione dell'alimento. Data una tal composizione chimica del sugo gastrico, sia negli animali che nei vegetali, è certo che questo diversamente agirà sui materiali cui viene a contatto secondo la loro composizione chimica, cioè secondo le leggi di affinità. Volendo con ciò dire che non tutti i materiali nutritivi, sia negli animali che nei vegetali, subiranno identiche modificazioni per effetto dell' azione del loro speciale sugo gastrico.

Negli animali, costante sembra la composizione del sugo gastrico nello stesso individuo, diversa forse normalmente soltanto nelle diverse età o nelle diverse specie, od anormalmente in caso di malattie o di condizioni esterne anormali e prolungate per alcun tempo.

Con ciò spiegasi perchè dall'istesso alimento lo stesso individuo, nelle diverse età, scelga ed assimili principj diversi; perchè diversi ne scelgano le diverse specie; e perchè le condizioni morbose interne ed esterne abbiano un'influenza sulla qualità e quantità delle sostanze assimilate. Ora, se sulla medesima sostanza alimentare diversamente agisce l'eventuale o speciale diversità del sugo gastrico, per la medesima ragione diversamente devono comportarsi le diverse sostanze sopra un sugo gastrico d'una data composizione. E non solo si comporteranno diversamente le diverse sostanze sul medesimo sugo gastrico, ma eziandio la medesima secondo la diversa sua preparazione, se questa però ne alteri o modifichi la composizione chimica. Gli animali carnivori, i quali hanno bisogno di assimilarsi materie albuminoidi, desiderano che gli alimenti, o le sostanze che le contengano, vengano loro presentati in tal condizione che quelle facilmente possano essere svincolate e disciolte dall'azione del sugo gastrico. Diciamo quindi indigesti quei cibi che, per la loro qualità o per le condizioni nelle quali trovansi, a lorchè siano introdotti nello stomaco, lo riempiono senza profitto, lasciandosi poco o di nulla intaccare dal sugo gastrico. Tali sono le sostanze di troppo semplice composizione, e quindi meno suscettibili di facile ulteriore modificazione, quali molte verdure, i funghi, certi frutti molto acquosi, certi legumi coriacei ecc.; quelle complesse, ma che, per fermentazione putrida, fossero già ridotte a più semplici combinazioni, od avessero oltrepassata quella che più facilmente viene intaccata dal sugo gastrico, quali sono le carni putrefatte; quelle le quali, sebbene non profondamente alterate in senso chimico, siano ridotte a combinazioni più stabili o fisse, quali le sostanze salate, candite, affumicate, carbonizzate, e nelle quali l'albumina sia coagulata; e finalmente quelle che, quantunque si trovino in uno stato

tale d'essere facilmente elaborate dal sugo gastrico trovino nello stomaco condizioni sfavorevoli, siccome la presenza di sostanze che impediscano o rendano difficile una ulteriore modificazione, o che diminuiscano l'abituale energia del sugo gastrico senza alterarne la composizione chimica. E questo vediamo verificarsi allorchè in seguito al pasto s' ingeriscono sostanze conservatrici alcooliche, zuccherine, aromatiche, acide, gelate, bollenti, o che si diluisca di troppo il sugo gastrico per un eccesso di liquido. — Nella funzione digestiva degli animali tutto ci prova come, essendo l' assimilazione un processo chimico fra il sugo gastrico e le sostanze alimentari introdotte nello stomaco, diverso debba esserne il risultato a norma della diversa condizione o composizione chimica del primo e delle seconde. Si è quindi sempre studiata la ricerca delle sostanze che per la loro composizione meglio si prestassero all'assimilazione, nonchè la preparazione che loro meglio convenisse al medesimo intento. Scopo della chimica applicata alla nutrizione animale deve essere quello di somministrare allo stomaco sostanze che presentino alla nutrizione la maggior copia di materiali utili; e li presentino in tale stato che facilmente li concedano all'assimilazione, evitando l'intervento di materie o condizioni che contrariino questa funzione fisiologica. Concesso alle radici delle piante un sugo gastrico, che parimenti si modifichi nelle diverse specie, età, e circostanze, la chimica applicata alla nutrizione vegetale dovrà avere gli stessi intenti, cioè somministrare sostanze che presentino la maggior copia possibile di materiali utili, o sostanze in condizioni tali che favoriscano l'azione dell'umore emesso dalle radici. Epperò le sostanze migliori, o meglio assimilabili saranno quelle che, avuto riguardo alla scelta, più facilmente si lasciano alterare o formano combinazioni coll'acido carbonico stesso. Qui risiede l'arte culinaria e la gastronomia pei

vegetali, cioè la norma per la preparazione del terreno e de' concimi, nonchè per la loro opportuna applicazione, a seconda delle diverse specie di piante, non che della loro età, o condizioni nelle quali vegetano. Ma di ciò si è già parlato.

Soltanto ora aggiungo che dall'esposto rilevasi il motivo dell'efficacia dei concimi vecchi o ben fermentati e scomposti in confronto di quelli freschi o grossolani, e disinfettati, potendosi la disinfezione paragonare alla salatura od affumicatura delle carni, avendo essa per iscopo il produrre nelle sostanze, combinazioni imputrescibili o più stabili, per le quali s'impedisce o si rallenta la loro scomposizione.

Altra applicazione, e prova nell'egual tempo che i succhiatoj delle radici agiscono come altrettanti punti d'uno stomaco, è il necessario rapporto di volume nel quale deve stare l'alimento in confronto coll'apparato digerente. Il volume, o capacità di questo apparato, rappresenta una condizione necessaria d'alimentazione come si verifica negli animali. Per la nutrizione degli animali si studiò non solo *l'equivalente nutritivo* delle varie sostanze considerate quali alimenti, ma eziandio l'*equivalente di volume*, desumendosi quest'ultimo dalla capacità dello stomaco, propria a ciascuna specie. Il miglior alimento sarà per conseguenza quello il quale presenti l'opportuna quantità di materiali nutritivi in modo da riempiere, senza sforzare, la capacità dello stomaco, acciò tutta la superficie riesca attiva. Un volume inferiore o superiore a questa capacità è da considerarsi una condizione anormale. — La digestione, al pari dell'assimilazione, viene ad essere alterata anche dalla opportuna quantità giornaliera d'alimento, purchè venga mal distribuita.

Il poco per volta ma di frequente, raccomandato ai convalescenti come norma nel prender cibo, può essere pregiudizievole quanto il prender tutto in una sol volta.

Il poco non soddisfa la condizione di volume; il tutt'in una volta riesce eccessivo, distendendo soverchiamente e paralizzando l'azione dello stomaco.

Spesso il volume opportuno è raggiunto anormalmente con sostanze dilutive, inutili od indigeribili, o per un fortuito sviluppo di gas; ma, se manca l'equivalente nutritivo, la nutrizione è incompleta. Le sostanze dilutive esercitano un'azione troppo passaggiera; le inutili ed indigeribili, se eccedenti, impediscono le azioni di contatto fra il sugo gastrico e le materie utili; ed i gas, per la loro azione espansiva, distendono di troppo le pareti dello stomaco, od anche si oppongono ed incagliano il normale processo chimico della digestione. — Inoltre l'equivalente nutritivo, raggiunto con eccedenza di volume, altera la digestione ed è funesto alla assimilazione, poichè obbliga gli organi digerenti a contenere, elaborare e dar passaggio ad una quantità eccedente di materie inutili, prolunga il processo assimilativo; e, se un tal regime dura a lungo, converte tutte le forze dell'individuo a sostenere la digestione, lo riduce ad una macchina digerente, finchè l'anormalità di simili condizioni non isviluppi malattie, fra le quali forse possiamo annoverare la pellagra.

Sembrandomi pertanto che il foraggio verde sia quello che soddisfa le condizioni naturali nell'apparato digerente degli animali bovini, ritengo che qualche cosa debba andar perduto di quanto va a profitto dell'animale, allorchè quel foraggio sia ridotto in fieno, ossia allo stato secco. La pratica infatti c'insegna che la stessa quantità di foraggio produce di più allo stato verde che ridotta a fieno; epperò i nostri fittabili con bergamina, fin da tempo antichissimo, si procurarono, colle marcite, di che dar cibo verde alle vacche per la maggior durata possibile dell'anno. — Il foraggio verde oltre al soddisfar meglio alle condizioni di volume, pre-

senta agli organi digerenti le sostanze nutritive in uno stato assai suddiviso ed in combinazioni più facilmente solubili ed alterabili che non il fieno il quale, per effetto dell'essicamento, le presenta indurite e ridotte in istato meno prontamente alterabili. Perciò il fieno rende necessaria un abbondante bevanda, sia per raggiungere il volume, sia per facilitare la soluzione e la scomposizione dei materiali che lo compongono. Ma l'acqua bevuta è un ripiego passaggiero, poichè presto abbandona gli organi digerenti, e nel poco tempo che vi è rimasta non ebbe agio a rammollire e sciogliere i materiali induriti o coagulati del fieno. Ho detto coagulati poichè le sostanze albuminoidi vengono così ridotte dal calore che si sviluppa nell' ordinaria e normale fermentazione degli ammassi di fieno. — Perciò io credo essere cosa utilissima il rammollire i foraggi secchi, otto o dieci ore prima di presentarli al bestiame, sia macerandoli in appositi recipienti con acqua tiepida, sia col mezzo del vapore. Allora l'apparato digestivo si riconduce press' a poco alle condizioni come se gli si somministrasse foraggio verde, non avendo bisogno di perder tempo ed efficacia nel rammollire le sostanze, perchè facilmente abbia luogo il processo chimico della digestione. — Col rammollimento del foraggio secco soddisferebbesi ad una necessità fisiologica, nonchè ad una maggior economia, ritraendo un maggior prodotto dallo stesso peso di materia nutritiva. — L'equivalente nutritivo deve essere in relazione coll' equivalente di volume, cioè colla capacità dell'apparato digerente di ciascun animale. I polli, quando riempiono l'ingluvie e lo stomaco di terra o di sabbia, non soddisfano già ad un capriccio, nè introducono materiali duri allo scopo di meglio triturare le sostanze ingeste, ma ci danno una lezione in proposito, prendendo terra o sabbia sol quando l'alimento non raggiunga il volume opportuno a riempire

il loro apparato digerente, piuttosto ampio in confronto del loro corpo.

Nè diversamente avviene ne' vegetali. Ogni pianta ha una propria maniera di estendere le radici, propria a ciascuna specie ed in relazione alle condizioni nelle quali è obbligata a vivere. Ad una pianta che poco distende le radici, ed alla quale basta, per es., un litro di terra, se ne diano 4, 6, 10, contenenti la stessa quantità di materiali nutritivi, come avviene nei terreni estenuati o non ancor bene preparati, ed avremo esibito un cibo insufficiente, troppo allungato, e tale che non può intieramente raggiungersi dalle radici; è un irlandese che si nutre mangiando sei chilogrammi di pomi di terra. Ad altra invece che vuole alcuni metri di terra ben preparata, si concentri la parte utile soltanto in qualche litro, e morrà di stento non potendo prender cibo che per poca parte de' propri succhiatoj, come un ammalato che si nutra con gelatine concentrate. Le dissoluzioni omiopatiche, quanto le concentrazioni delle facoltà nutrienti, sono errori ed assurdi che la fisiologia non può ammettere, e che il fatto distrugge. Voi non potreste alimentare cento persone diluendo un chilogrammo di pane in cento chilogrammi d'altra sostanza inutile; come non arrivereste mai a nutrire una persona concentrando il chilogrammo di pane in un sol decagrammo di peso. Provisi pure a dare ad un uomo i 130 grammi di materia azotata coi 310 grammi di carbonio, nonchè gli opportuni equivalenti inorganici per la riparazione delle parti solide dell' organismo, quantità indicata dalla teoria per la razione normale giornaliera, ma vi assicuro che l'individuo morrà certamente di fame. Anche le materie non nutritive, che s'introducono nell'alimentazione, non si possono dire inutili, poichè servono a dare il giusto volume all'alimento, e facilitano lo svincolo delle materie utili, presentando ai componenti un più svariato giuoco di affinità chimiche.

Nell'alimentazione animale non vi possono essere alimenti universali, perchè ogni specie, ogni età, ogni condizione, esercita una scelta particolare; nè vi sono, nè vi possono essere alimenti concentrati o binutritivi. Nell'alimentazione vegetale domina la stessa regola, essendo necessario che l'alimento sia in giusta relazione coll'ampiezza dello stomaco vegetale, cioè collo spazio occupato dalle radici. La pratica provò ai creduli che coi concimi universali si comperava qualche cosa d'inutile e qualche cosa di mancante, e che coi concimi concentrati succedeva quanto oggidì succederebbe a chi volesse satollare 5000 persone con 5 pani e 3 pesci.

Se però le piante si nutrissero con sostanze che le radici trovano previamente disciolte nel terreno, la natura avrebbe commesso un errore col dare una tanto svariata disposizione alle radici, dovrebbe sussistere il concime concentrato, e l'aumento indefinito dei raccolti (Vedi § 14).

Fra le cause che possono alterare la nutrizione vegetale, alterando gli organi servienti alla respirazione, credo di poter annoverare gli esseri parassiti, animali o vegetali, i quali scelgano per loro dimora le parti verdi.

Ogni qual volta un insetto od una muffa si collochi alla pagina inferiore d'una foglia, questa immediatamente perde il color verde nel punto affetto, come vediamo nelle escrescenze rossiccie delle foglie dell'olmo, in quelle tondeggianti delle foglie della rovere, nelle macchie rossiccie delle foglie della vite e del pesco colte in primavera dalle nebbie, ecc. Costante è l'osservazione che quando una parte non assorbe o cessa d'assorbire acido carbonico, come i petali dei fiori, i frutti maturi, e le foglie all'avvicinarsi del verno, perdono il color verde e prendono il color giallo rossiccio. — L'imbianchimento della verdura è basato appunto sull'impedire alle foglie il contatto della luce e quindi l'assorbimento dell'acido

carbonico. — Alterate le parti verdi, od impedito loro il contatto dell'aria atmosferica, ed in presenza di una condizione qualunque la quale diminuisca od impedisca l'assorbimento dell'acido carbonico, viene alterata la respirazione e ne soffre la nutrizione, essendo diminuita od annullata la quantità d'acido carbonico che dovrebbe portarsi alle radici per elaborare i materiali terrestri.

In ogni fenomeno vegetativo fin qui esaminato, troviamo di che dar maggior fondamento all'opinione che l'assimilazione venga fatta per opera delle radici, paragonabili ad uno stomaco rovesciato, nel quale l'acido carbonico compia l'ufficio di sugo gastico o digestivo.

§ 81. — Conseguenze di quanto fu già esposto — Come finora sia spiegato il corso de'succhj e l'aumento de' vegetali — Duhamel, Dupétit-Thouars, Gaudichaud, Mirbel, A. de Jussieu, Raspail.

Ora mi resta a provare le ultime conseguenze delle prime asserzioni, cioè che il succhio discendente non è il succhio plastico nutritivo, ma piuttosto un succhio che ha già servito alla nutrizione, e che, al termine del suo corso ascendente, giunto alle foglie, coll'assorbir l'acido carbonico, riacquista la facoltà di rendersi atto alla elaborazione dei materiali nutritivi giunto che sia ai succhiatoj delle radici, dalle quali nuovamente ascende pel tessuto legnoso, manifestando la sua proprietà plastica nutritiva dal basso in alto e dall'interno all'esterno. L'umor ascendente giunto alle foglie potersi paragonare al sangue che, ridottosi venoso in seguito alla nutrizione, giunto ai polmoni, riacquista la facoltà di elaborare ed assimilarsi le sostanze nutritive introdotte nello stomaco, e di servir quindi all'aumento o riparazione dell'organismo animale. — Finalmente, l'aumento delle piante dover

Digitized by Google

essere contemporaneo in ogni loro parte, sebben maggiore all'esterno per l'abbondante trasudamento che formasi tra l'alburno e la corteccia, organizzantesi in posto, e costituente un recente deposito legnoso.

Quasi tutti i fisiologi ammettono, come già dissi, un umore o succhio ascendente carico di materiali nutritivi, assorbiti nel terreno allo stato di soluzione impura o non elaborata; la quale però, recandosi alle foglie e mettendosi in contatto dell'aria per mezzo degli stomi, si elabora, purifica i proprii componenti, e si rende plastica discendendo; la pianta aumenta, cominciando dall' alto, per una sovrapposizione di strati concentrici di succhio che s'organizza e si solidifica discendendo. Per la sovrapposizione di questi strati concentrici, la pianta aumenta per l'esterno, tanto in altezza, quanto in grossezza.

Per farcene un'idea meno confusa è bene far cenno delle opinioni più comunemente ammesse, od esposte dai fisiologi più accreditati. — Lasceremo i più antichi, e cominceremo da Duhamel. Questi, osservando le piante dicotiledoni, vidde che, introducendo una sottil lamina di stagno tra la corteccia ed il legno, vi era formazione legnosa dalla parte della corteccia; che il cambio proveniva intieramente dalla corteccia; e che in maggior copia ne veniva dal lembo superiore della ferita. Conchiuse egli pertanto che i succhi della corteccia, provenienti dall'alto, erano quelli che somministravano il cambio. Questo cambio si trasformava in libro ed in seguito in alburno, acquistando una sempre maggiore consistenza. Con ciò spiegava la formazione degli strati legnosi concentrici.

In seguito La-Hire produsse una nuova teoria, la quale restò negletta finchè Dupétit-Thouars la fece propria, appoggiandola a proprie sperienze e proprj ragionamenti. Per questa teoria la successiva formazione degli strati legnosi è dovuta allo sviluppo di gemme o germi, ch'ei

chiama *embrioni fissi*, per distinguerli dai *liberi*, i quali si trovano nei semi. Tali gemme traggono i materiali necessarii alla loro nutrizione dall'interno parenchima; e, come l'embrione del seme, col movimento ascendente della piumetta danno luogo al nuovo ramo, e, col movimento discendente di quella porzione che rappresenterebbe la radicetta formano il nuovo strato legnoso, mandando delle fibre, fra il libro e l'alburno, verso la parte inferiore della pianta. L'ingrossamento della parte superiore alle strozzature e stringimenti che si fanno sulle piante troverebbe la cagione nell'accumularsi delle fibre che non possono discendere. Dupétit-Thouars trovava nei fenomeni che accompagnano l'innesto ad occhio una conferma alla propria opinione. — La teoria di questo fisiologo ebbe poi un valido sostenitore in Gaudichaud, il quale la sviluppò maggiormente, asserendo che i vasi delle foglie non provengono dal tronco; che le radici non mandano alcun tessuto nel tronco, ma ne ricevono; che il tronco aumenta per tessuti radicali che vengono dall'alto, e non dal basso.

Mirbel intanto sorgeva a combattere l'opinione del Dupétit-Thouars. Diceva che esaminando un giovane e vigoroso ramo, al momento della vegetazione, tra il libro e l'alburno, riscontravasi uno strato d'un liquido limpido, il quale a poco a poco s'inspessiva e prendeva consistenza. Questo essere il cambio formato dal succhio discendente, misto a parte dei succhi proprj del vegetale, organizzantesi in modo da fornire un nuovo strato al libro ed all'alburno. Così spiegava l'ingrossamento del libro e dell'alburno, ossia della corteccia e del legno propriamente detto. Ogni anno pertanto il cambio costituiva un cono allungato, colla base in basso, ricoprente un minor cono formatosi l'anno antecedente, per modo che il tronco sarebbe formato da una serie di coni addossati gli uni agli altri, la di cui base offrirebbe tanti

strati quanti gli anni di vita dell'albero o della pianta.

A. de Jussieu è seguace di Mirbel, e, coll'addensamento ed agglomerazione del succhio discendente, spiega quei fenomeni che Gaudichaud ed i suoi predecessori attribuivano alle fibre radicali discendenti.

Nelle piante monocotiledoni le fibre vascolari, o fascetti fibrosi, discendono pel centro del fusto, tramezzo a tessuto cellulare che lo riempie, come nel melgone, o fra il tessuto cellulare contenuto nello spazio esistente fra due cilindri di diverso diametro, l'uno introdotto nell'altro, come vediamo nei culmi delle canne, del frumento, del riso, ecc.

Tutti gli accennati fisiologi ritengono le piante aumentare e ripararsi per effetto del cambio o succhio discendente, elaborato dalle foglie; o tutt'al più alcuno ammette che l'umore trasudante dall'alburno s'organizza soltanto in concorso dell'azione del succhio discendente o dell'azione delle parti verdi della pianta.

Solo Raspail manifestò un'opinione contraria, accordando ai vegetali lo stesso modo di nutrizione che si riscontra negli animali. All'aumento per sovrapposizione di materiali sostituì con filosofico criterio, l'intuscezione; e ritiene che il succhio plastico sia l'ascendente, il quale non solo si fa strada per gli strati più centrali, ma questi pei primi aumentano respingendo sempre più all'infuori gli strati meno centrali. Il modo col quale aumenta e si moltiplica la cellula è per Raspail la base e la norma per intendere come aumentino e si moltiplichino le parti nei vegetali.

Ogni anno, ei dice, vi è aumento nell' alburno e nel legno; ogni anno si opera uno sforzo interno, dal centro a'la circonferenza, un accrescimento regolare in diametro. Nel medesimo tempo e per necessaria conseguenza, ogni anno gli strati esterni dell'alburno si consumeranno a profitto dell' alburno, del legno, e della formazione di nuovi embrioni legnosi. Durante la vegeta-

zione si formerà sulla periferia uno spessore più o meno considerevole di libro, composto del residuo di tutti gli strati esauriti per la nutrizione, o pel semplice sviluppo degli strati prodotti in primavera. Al ritorno de'la primavera l'alburno dovrà nutrire e fornire gli organi più interni, si esaurirà, diverrà libro e si confonderà col libro dell'anno antecedente, spingendosi verso la corteccia per effetto della nutrizione, ed aumento delle parti interne; questa spinta orizzontale è quella che lascierà nei cosidetti raggi midollari le traccie della direzione. Addossato alla corteccia esterna, il libro andrà soggetto agli stessi agenti di essiccamento di quella; a sua volta spingerà all'infuori le parti vecchie più esterne della corteccia; le quali, non più nutrite, si fenderanno ed anche si staccheranno, e così il legno si farà alburno, l'alburno libro, ed il libro corteccia, rappresentando questa ultima una parte esaurita, estinta, *qui à fait son temps.* Indi ripete: Tutti gli anni il rango circolare delle porzioni esterne di uno stelo legnoso si sacrifica a profitto dello sviluppo d'un nuovo rango d'organi, nati nella parte più interna di ciascuna loggia, ed a quello dello sviluppo progressivo e proporzionale di tutti gli altri ranghi intermedii. Il tronco ingrossa per l'aggiunta di un nuovo rango, e per l'ingrossamento di ciascun rango in particolare. Il tronco per tal modo non cessa d'essere un tutto, un unità, un organo, il quale cresce sul piano o tipo di tutti gli altri organi, che perde al di fuori e ripara al centuplo le sue perdite per l'interno. *(Noveau système de physiologie végétale).*

Mi sono esteso sull'opinione del Raspail, ed ho voluto citare testualmente quest'ultima parte, allo scopo di porgere un'idea più chiara di quanto espose, essendo egli il solo finora il quale abbia attribuito al succhio ascendente la facoltà nutritiva o plastica che gli altri attribuiscono al discendente; e perchè egli, pel primo, ammette l'intuscezione, ossia la nutrizione per l'interno contemporanea in ciascuna porzione del legno. — Soltanto, come spero di provare, non sarei con esso d'accordo sull'ufficio delle parti più superficiali, ossia del loro esaurimento a profitto delle parti sottoposte e più vicine al centro.

§ 32. — **Il succhio discendente non è quello che fornisce l'umor plastico. L'umore divien capace d'assimilazione dopo la respirazione, e nutritivo dopo l'assimilazione. Argomenti coi quali vorrebbesi provare essere plastico l'umor discendente. Limite di vegetazione dovuto alla possibilità d'assorbir acido carbonico. Causa probabile del primo risvegliarsi della vegetazione.**

Per quanto dissi nella prima parte, mi è necessario il provare come il *cambio* non sia dovuto ad un umor discendente, mostrando nell'egual tempo che il suo organizzarsi all' esterno non è contrario alla nutrizione per intuscezione per effetto di materiali forniti dal succhio ascendente, vero succhio nutritivo plastico. Chè anzi, per tal modo di considerare la nutrizione vegetale, meglio potremo spiegare gli altri fenomeni di vegetazione. In seguito proveremo che non esiste neppure un umore che possa chiamarsi discendente, ma esistere organi, rinchiudenti una certa quantità d'acqua, il cui movimento è discendente.

L'umore divien capace di assimilazione soltanto in seguito alla respirazione, e nutritivo soltanto dopo l'assimilazione. — Negli animali il sangue si fa assimilativo dopo d'aver assorbito l'ossigeno nei polmoni, e nutritivo dopo d'aver agito sulle sostanze alimentari introdotte nell'apparato digerente, ossia dopo di essersi caricato dei prodotti utili della digestione. Nei vegetali avviene lo stesso. L'umore, dopo d'aver nutrita la pianta, al pari del sangue venoso, si porta alle foglie, fa lo scambio dei gas, assorbe l'acido carbonico che lo rende assimilativo, e di là si reca nel terreno ad elaborare i materiali, per poi tradurli nell'organismo vegetale. L'elaborazione dei materiali nutritivi in ambi i casi precede l'assimilazione. Che mai direbbesi di chi volesse sostenere, per es., che

nell'uomo gli alimenti entrino direttamente nella corrente sanguigna, percorrano il corpo, finchè, giunti ai polmoni, ivi si elaborino per poi recarsi ad aumentare e riparare i varj organi; e che finalmente depositino nello stomaco il superfluo o l'inutile, perchè dagli intestini n'esca col nome d'escremento? — Direbbesi che un tale assurdo non merita discussione.

E per verità, come immaginare il bisogno e la possibilità di far passare nel sangue, e nelle sue capilarissime anastomosi, tanta quantità di materie inutili, superflue, dannose od indisciolte? Come immaginare che la respirazione, tanto rapida nelle sue funzioni, basti da sola ad elaborare le sostanze, separando le utili dalle inutili, riducendo le prime alle volute condizioni perchè siano assimilate? Stragrande dovrebbe essere la capacità de' vasi sanguigni; e bisognerebbe supporre che gli alimenti, siano pure superflui, inutili od indisciolti, possano penetrare per ogni dove, se la scelta, ossia l'assimilazione, la nutrizione e l'escrezione fossero l'ultima fase della sanguificazione. — Direste insomma che tutto ciò è impossibile ad ammettersi.

Ebbene, quanto la ragione ripugna ad ammettere per gli animali, si ammette e si sostiene pei vegetali. — In questi, l'umor ascendente rappresenterebbe il sangue nel quale direttamente si versassero le sostanze ingeste, con incarico di accompagnarle tali e quali sino alle foglie, attraversando tutto l'organismo vegetale, per esservi colà elaborate. L'umor ascendente avrebbe la facoltà di attraversare le cellule più compatte del tessuto legnoso quando è impuro, mentre, allorchè è stato elaborato dalle foglie, gli si concederebbe una via più comoda tra la corteccia ed il legno. Come credere che l'umor ascendente carico d'ogni qualità di materiale, che le radici abbiano assorbito nel terreno allo stato di soluzione, debba attraversare, si può dire, due volte l'organismo vegetale

prima di liberarsi dall'inutile, dal superfluo e dal dannoso? Chi non vede l'assurdità d'un elaborazione per mezzo delle foglie? Chi non s'accorge della straordinaria quantità di sostanze inutili e superflue che, siccome escrementi, dovrebbersi riscontrare presso l'estremità delle radici, dove ritiensi siano dall'umor discendente deposte? (Vedi § 25).

Due sono gli argomenti coi quali credesi provare essere l'umor discendente l'umor plastico. Primo è la necessità delle foglie, ritenute indispensabili alla elaborazione del sugo carico delle sostanze in parte assimilabili. Secondo, l'aumento in grossezza delle piante il quale riesce evidente all'esterno, tra l'alburno dell'anno antecedente e la corteccia.

Ciononpertanto le foglie sono egualmente indispensabili, considerate anche quali organi incaricati del semplice assorbimento dell'acido carbonico, destinato a portarsi ai succhiatoj delle radici allo scopo di elaborare e disciogliere i materiali nutritivi terrestri. Anzi, ammettendo i fisiologi che l'acido carbonico assorbito dalle foglie si decomponga, restando solo il carbonio che deve far parte dell'organismo vegetale, gli stomi delle foglie sarebbero vere bocche destinate alla semplice ingestione del carbonio, mentre il resto introdurrebbesi disciolto dalle radici. L'acido carbonico atmosferico adunque dovrebbesi considerare soltanto come una fra le sostanze necessarie all'organismo vegetale, ma che a differenza delle altre, introdurrebbesi dalle foglie. — Considerando quindi l'acido carbonico come un alimento, allorchè questo s'introducesse per mezzo delle radici, come tutti vogliono per mezzo dell'umus, le foglie non avrebbero, si può dire, a compiere alcun ufficio. Ma senza foglie, abbiam veduto § 28, è possibile solo la germinazione, e non mai il germogliamento o la vera vegetazione. — Altri sostengono che le foglie elaborino il succhio ascendente che

vi arriva, mettendolo in contatto cogli elementi atmosferici. E parimenti quest'asserzione non è valida, poichè finora i soli fenomeni che ci presentano le foglie sono: la traspirazione di parte dell'umor ascendente, riconoscibile specialmente durante il raffreddamento notturno (*); l'assorbimento dell'acido carbonico ed emissione d'ossigeno durante il giorno. Inoltre, in moltissime circostanze la presenza delle foglie non basta alla nutrizione, se non vi concorrono quelle altre condizioni le quali permettano l'introduzione dell'acido carbonico, cioè la luce ed un certo grado di calore. Eppure le foglie continuerebbero anche in tal caso a mettere il succhio in contatto dell'aria per mezzo degli stomi, ma non vi sarebbe nè elaborazione nè nutrizione.

Del come agisca la luce nella respirazione, ovvero nell'assorbimento dell'acido carbonico per mezzo delle foglie, finora non si hanno precise cognizioni; eppertanto bisogna accontentarci d'asserire che senza di essa non vi è assorbimento di gas acido carbonico, in difetto del quale, non si verifica il germogliamento od assimilazione di materiali inorganici terrestri. Senza luce solo è possibile la germinazione, perchè non abbisogna di acido carbonico atmosferico finchè siavi massa cotiledonare, ed è possibile il germogliamento, ma quando si elaborino in parte i materiali stessi della pianta.

In qual modo poi agisca il calore nella vegetazione possiamo spiegarlo soltanto col dare un'importantissima parte all'acido carbonico, alle parti verdi (corteccia e foglie), ed al bisogno speciale di ciascuna pianta. E per verità, come spiegare, col solo giuoco di assorbimento esercitato dalle gemme, il principio ed il fine della vegetazione, per effetto di diversa temperatura fra la pianta e l'ambiente atmosferico, o fra la pianta ed il terreno da

(*) Vedi Memoria del dottor Alfonso Cossa.

una parte e l'ambiente atmosferico dall'altra? Non vediamo noi forse entro un medesimo e ristretto spazio di terreno, che non tutte le piante incominciano a germogliare nella stessa epoca? Non vi sono forse in uno stesso campo piante già guernite di foglie in febbrajo, mentre altre le mostrano solo un mese o due dopo? Non succede lo stesso anche all'avvicinarsi dell'inverno, cioè che non tutte le piante nell'istessa epoca ingialliscono e perdono le foglie, cessando dal vegetare? Tanto in un caso quanto nell'altro, non si trovano forse tutte nelle stesse condizioni di temperatura, sì nel loro interno, che nel terreno e nell'atmosfera? Perchè l'una comincia o termina dopo l'altra? Perchè ordinariamente quelle che sono le prime a metter foglie in primavera, sono anche le ultime a perderle in autunno? Sul finir dell'inverno non vi sono forse foglie alle quali attribuire una specie di traspirazione o di aspirazione che favorisca l' ascesa del succhio? Perchè sulla fine d'autunno un debole abbassamento di temperatura basta a fermare la vegetazione in una data pianta e non in altra? Perchè le foglie sotto quel lieve abbassamento di temperatura evidentemente cessano dal funzionare prima di alterarsi?

Ebbene, se si ammette che l'acido carbonico sia l'elemento indispensabile alla respirazione vegetale, quello insomma che, tradotto ai succhiatoj delle radici, elabori i materiali terrestri, e che agisca tanto più efficacemente quanto più elevata sia la temperatura, facile sarà lo spiegare come la vegetazione incominci in primavera e finisca all'appressarsi dell'inverno, e come non tutte le piante, poste nelle eguali condizioni, incomincino o terminino la loro annuale vegetazione nella stessa epoca. — Tutti sanno che vi sono piante proprie de' climi caldi, altre de' temperati, ed altre de' freddi. Quelle sopratutto de' climi caldi trasportate nei freddi o temperati, o non resistono al freddo del verno e muojono, o

vegetano stentatamente, o non portano semi fecondi; e quando pur resistano, non riprendono la loro vegetazione se non quando trovino quella temperatura che avevano nel loro clima nativo. Questa temperatura tarda più o meno secondo la maggior o minor differenza di clima, e quando le piante proprie a quest'ultimo clima saranno già da un tempo più o men lungo in corso di vegetazione. — Ma non vogliamo ripetere quanto già abbiamo detto al § 30.

Nessuno finora nega che le parti verdi del vegetale siano quelle che hanno la facoltà di assorbire l'acido carbonico; e che parti verdi non siano soltanto le foglie, ma eziandio le parti legnose più recenti, tenere, germogli o rami, purchè l'epidermide e la corteccia lasci trasparire il parenchima al di fuori. Anche i frutti carnosi, gl' involucri dei fiori, mentre son verdi, godono della stessa facoltà di assorbire acido carbonico. Queste parti, e specialmente i germogli ed i rami, allorchè in autunno la temperatura si abbassa oltre lo speciale loro bisogno, perdono il color verde e prendono un color giallo più o meno carico, analogo a quello delle foglie cadenti o del frutto maturo. Allorchè le parti verdi, naturalmente od artificialmente, non possono godere della luce, più o meno prontamente imbiancano perdendo il loro color proprio. Evidentemente, questo cambiamento di colore, indica non esservi più assorbimento d'acido carbonico. Osservate nuovamente quei germogli o quei teneri rami all' avvicinarsi della primavera, e li vedrete, chi prima chi dopo, a norma della qualità delle piante, riprendere il color verde, indi gonfiar le gemme, e finalmente germogliare. E questo indica che l'assorbimento dell'acido carbonico precede la vegetazione, e che non avviene in ognuna nella stessa epoca, sia per la diversa quantità di cui abbisogna ciascuna pianta, sia per la diversa qualità dei materiali terrestri che deve elaborare,

bisogni o fenomeni strettamente legati al grado di temperatura atmosferica.

Ove sia possibile un continuo assorbimento d'acido carbonico, ivi la vegetazione sarà continua, come presso l'equatore; ma dove all'incontro vi sia un'alternativa più o meno sentita di stagioni calde e fredde, ivi la vegetazione andrà soggetta ad una specie di letargo dal quale si risveglierà sol quando ogni pianta troverà il conveniente grado di calore. — La temperatura che non permette all'acqua di conservare lo stato liquido perchè scenda sotto lo 0°, o perchè si elevi al punto da inspessire o coagulare le sostanze albuminoidi, sembrano i limiti della traspirazione e del movimento degli umori, ossia i limiti estremi della vegetazione. — Entro questi estremi, o l'una e l'altra pianta può vegetare, e si potrebbe dire che ogni zona, o linea di latitudine, abbia una pianta continuamente in vegetazione. Ma le naturali vicende terrestri, e l'ingerenza dell'uomo confusero le piante nelle varie zone: le prime mescolandovi sol quelle che possono resistere e fruttificare, e l'uomo introducendovi anche quelle che difficilmente resistono o fruttificano, o che solo lo possono quando siano collocate in condizioni eccezionali. — Attualmente nei nostri boschi, nei nostri prati, nei nostri campi, nei nostri giardini, e nelle nostre serre noi abbiamo una confusione artificiale di climi, cioè piante di svariatissime provenienze; eppertanto per più di due mesi, cioè, dal momento in cui la temperatura media in febbraio supera i + 5°, sino a tutto maggio quando si porta ai + 13°, abbiamo una continua successione di piante che incominciano la loro vegetazione. Piante che o germinassero o germogliassero a temperatura maggiore di + 13° presso noi farebbero tristissima prova, o non avrebbero tempo sufficiente per avere una somma di calore tale da maturare il frutto; inferiormente a + 5°, non si

hanno che piante di nessun conto, piante che non oltrepassano mai lo stato erbaceo o cellulare.

Tutto concorre quindi a provare l'importanza dell'acido carbonico nei vegetali. La luce che ne permette lo assorbimento, ed in seguito il maggior o minor grado di temperatura che rende possibile l'assorbimento della proporzionale e diversa quantità d'acido carbonico di cui abbisogna ciascuna pianta, sembrano gli agenti principali della vegetazione.

Berti-Pichat, nel libro V, capitolo IV, § 500, si esprime come segue:

Il risveglio dell'attività vitale che ai primi tepori si fa in tutta la pianta, è, cred'io, la vera causa del porsi in moto del succhio. Prima che i bottoni ne diano alcun segno, il coltivatore pratico scorge subito dall'esterno aspetto se l'albero muove, come usa dir volgarmente. Questa mossa, questo vitale risveglio è di tutte le cellole, e da esse vien promosso ed attivato ogni atto vegetativo. Quanto alle forze fisiche, endosmosi, capillarità, ecc., tutte codeste teorie meccaniche mal reggono a due riflessi ben compresi dal Decandolle;

I. I fenomeni in discorso scompajono colla vita. I tessuti conservano la capillarità e l'igroscopicità; perchè dunque il succhio non monta egli più?

II. Niuna di quelle cause meccaniche dà ragione della direzione determinata dei liquidi, nè dei particolari del fenomeno, nè dell'intervento così importante della luce.

Se il Pichat avesse voluto confermare la nuova teoria non avrebbe potuto far meglio. Egli confessa e prova che le cause meccaniche cui si attribuisce l'assorbimento ed il movimento del succhio, possono sussistere anche quando l'albero non è in istato di vegetazione: che quelle stesse cause non spiegano la direzione del succhio e gli altri particolari del fenomeno, e molto meno l'influenza della luce. Finalmente ei pure fa notare che il risvegliarsi della vegetazione non può essere attribuito ad un suc-

chiamento od assorbimento esercitato dalle gemme se, come già feci io pure notare, vi sono dei fenomeni che precedono di molto lo svolgimento di quelle, e che apertamente dinotano essere di già avvenuto qualche cambiamento. Vedendo pertanto il Pichat che nessuna delle cause enumerate dai fisiologi gli spiegava il primo risvegliarsi della vegetazione, soggiunge:

La causa adunque dell'ascensione del succhio dev'essere legata alla vita: è pretta conseguenza di forza vitale.

Ecco un'altra volta ancora adoperata l'espressione di *forza vitale* per spiegare, con una parola inesplicabile, un fenomeno di cui difficilmente se ne trovano le cause. Ma spiegare un fenomeno coll'intervento d'una forza vitale, equivale in fondo a non spiegarlo affatto, non avendo la parola forza vitale un significato positivo.

Temperatura tale da permettere alle parti parenchimatose l'assorbimento dell'opportuna quantità di acido carbonico e l'azione chimica sui materiali cui viene a contatto, ecco la forza vitale.

Se adunque l'acido carbonico atmosferico assorbito in concorso della luce e del calore, è quella sostanza che rende l'umor discendente alle radici, capace di elaborare i materiali terrestri, è impossibile che sia nutritivo prima di averli elaborati, prima insomma di contenerli. Volendo poi sostenere che l'umor discendente sia quello che deposita il cambio plastico sull'alburno dell'anno antecedente, e che realmente la pianta aumenti, come sostiene Mirbel, per effetto d'una sovrapposizione di coni legnosi, non si saprebbe spiegare come questi coni aderiscano fra loro; e come, abbandonando all'essiccamento un tronco reciso, non si suddivida in tanti cilindri concentrici, invece di mostrare, come succede, fenditure longitudinali che s'approfondano verso il midollo, seguendo la direzione dei raggi midollari.

Se il succhio discendente fosse il nutritivo, e se le foglie non avessero altro ufficio che quello di appropriarsi il carbonio e di elaborare i materiali portativi dal succhio ascendente, la comparsa delle foglie dovrebbe costantemente e necessariamente precedere e non susseguire lo sviluppo delle gemme, ma invece, nel germoglio, il legno precede sempre le foglie. I gelsi che si capitozzano quando si strapiantano nei campi, privati persino d'ogni gemma apparente, dove mai potrebbero trovar umor discendente per isviluppare i numerosi germogli che riscontriamo all'ingiro, o poco sotto il taglio orizzontale? Dove lo troverebbero tutte le altre piante capitozzate, largamente potate e private delle gemme e delle foglie durante la vegetazione? La morte della pianta dovrebbe essere l'inevitabile conseguenza dell'ammissione del cambio discendente, allorchè fosse privata dagli organi superiori destinati ad elaborare la linfa ed a mandarla in basso ridotta a proprietà plastica.

Inoltre, da qual parte riceverebbero alimento gl'innesti a marza, tanto a spacco quanto a corona, se quest'alimento venisse dall'alto e dall'esterno? Come succederebbe la cicatrizzazione dei tagli orizzontali, od il conservarsi vivo, e talvolta l'aumentare d'alcune parti che non hanno foglie al disopra, quali sono certe porzioni di legno che stanno fra un nodo e l'altro, o fra una foglia e l'altra, tagliate poco al disotto del nodo superiore? Come mai la piegatura dei rami invece d'essere a vantaggio della vegetazione della parte inclinata, essendosi posto un ostacolo al libero corso discendente del cambio, riesce invece a profitto della parte rimasta al dissotto della curvatura ed in posizione più o meno verticale? Non veggonsi forse, nelle viti e nelle piante ridotte convenientemente a spalliera, i rami succhioni ed i germogli più vigorosi sorgere al collo della piegatura o poco prima?

Tutte queste obbiezioni sono appoggiate sopra fatti conosciuti o riconoscibili da tutti, e danno un'aperta mentita all'ufficio finora attribuito alle foglie, ed all'umor discendente, mentre d'altra parte appoggiano e sono appoggiati dalla novella teoria, come più estesamente vedremo al § 34.

Taluno potrebbe forse opporre che se colla nuova teoria si dà alle foglie la facoltà di rendere il succhio discendente capace di elaborare i materiali terrestri, quando sia giunto ai succhiatoj delle radici, ne verrebbe per diretta conseguenza che senza foglie non sia più possibile qualunque principio di nutrizione, e che tanto in un modo quanto in un altro rimarrebbero senza spiegazione i succitati fenomeni. Ciononpertanto, credo che si possano più facilmente spiegare ritenendo per nutritivo il solo umor ascendente, e considerando come germi isolati le gemme che per le prime si sviluppano in primavera, quelle dette avventizie accidentali e secondarie che sorgono in seguito alla sfogliatura od alla potatura durante la vegetazione, e persino quelle che si svolgono sui tronchi recisi. Questi germi vivrebbero momentaneamente a spese della pianta sulla quale si trovano, finchè non abbiano essi pure intrecciate le loro fibre radicali con quelle che già comunicano col terreno (§ 36).

§ 33. — Il succhio ascendente è il succhio nutritivo. Diverse opinioni sulle parti che invade nel suo corso. — Modo d'aumento delle cellule; come spieghi l'andamento del succhio e l'aumento del legno. — Opinione erronea del Raspail.

Se adunque il succhio discendente non può essere considerato siccome quello che fornisce il cambio, non avendo peranco agito sui materiali terrestri, importerà provare che il succhio ascendente sia quello che trasporta, per

l'interno di tutto l'organismo vegetale, le sostanze nutritive già elaborate e scelte dalle radici.

Come già dissi, solo il Raspail ammette che il succhio ascendente sia il nutritivo, e se tutti gli altri ammettono un succhio ascendente non sono però interamente d'accordo sulla direzione da esso mantenuta nel salire. Alcuni volevano che salisse pel midollo, ed altri per gli strati più recenti del legno. Raspail per essere conseguente alla propria opinione, collocava gli strati più recenti nel mezzo della pianta, e per conseguenza lo faceva salire per essi. Quasi tutti fanno salire verticalmente il succhio verso le foglie come se camminasse entro cilindretti, verticali e chiusi.— Tagliando trasversalmente un ramo vigoroso, scorgesi che il legno tramanda una maggior quantità di umore dalla periferia che non dal centro. E se togliamo un lembo di corteccia ad una pianta, mettendo a nudo buona porzione d'alburno vediamo esservi un leggier trasudamento, che poi scompare, e la superficie denudata disecca. Pertanto si dedusse che l'umor ascendente non avesse alcuna relazione, l'influenza od azione oltre l'ultimo alburno; che salisse per gli strati più recenti od esterni di questo; e che soltanto l'umor discendente trasportasse il cambio od umor plastico, destinato ad ingrossare la pianta, mediante il deposito esterno d'un nuovo strato d'alburno. A mio credere, queste deduzioni non derivano naturalmente da quelle osservazioni che loro servirono d'appoggio. — Prima di tutto, se si considera un vegetale come un'agglomerazione di cellule di diversa forma ed azione, a norma del mezzo in cui si trovano, bisognerà necessariamente prendere per norma il modo col quale le cellule aumentano di volume o si moltiplicano.

A tale riguardo due sono finora le maniere riconosciute. L'una per produzione di nuove cellule interne alla prima, la quale col tempo deperirebbe a profitto delle succes-

sive interne. Sopra questo modo soltanto fondò il Raspail la propria opinione circa formazione del legno. L'altra è per segmentazione d'una stessa cellula, dapprima per uno stringimento nel centro, indi per successivi ed eguali stringimenti nelle cellule che si trovano all'estremità: tale segmentazione succede anche lateralmente quando la superficie delle cellule sia libera. Perciò una cellula può dar luogo ad una serie di cellule in senso verticale per segmentazione delle cellule poste alle estremità, ed ingrossare per mezzo di segmentazioni laterali. In ogni modo le cellule che si segmentano aumentano in grossezza e solidità per una produzione interna. Così un germe vegetale posto nel terreno può considerarsi come una cellula segmentantesi pe' suoi poli, approfondando le cellule del polo inferiore nel terreno, e quelle del superiore nell'aria, sopra terra. Tanto la serie superiore quanto l'inferiore, nelle condizioni opportune, segmenterebbesi poi lateralmente in radici nel terreno, ed in rami sopra terra. Perchè poi la cellula si segmenti per l'estremità; perchè una di queste tenda a portarsi in basso nella terra, e l'altra in alto nell'aria; perchè in terra prenda la forma di radice ed in alto quella di rami, per ora lasciamolo allo stato di problema. — Owen dice, che quelli che studiarono gli animali vertebrati riconobbero che le arcate mascellari, mandibulari, costali, pelviche e loro appendici, formanti spesso membra dotate di facoltà diverse, sono elementi modificati d'una serie essenzialmente simile di segmenti vertebrali: mi parebbe quindi di voler spiegare perchè nell'uomo si chiamino braccia le estremità superiori e gambe le inferiori. Pertanto preferisco il non spiegare al spiegar male.

Ammettendo il suesposto modo assai verosimile di organogenia, dovremo eziandio ammettere che la pianta aumenti in lunghezza e grossezza per nutrizione interna, il succhio dovrà essere nutritivo al primo suo ingresso

nell'organismo vegetale, salendo con una direzione dal basso in alto e dal centro verso la periferia. Il trasudamento all'esterno potrebbe chiamarsi una segmentazione delle cellule più superficiali dell' alburno, un vero addentellato a quanto già esiste, il quale prendendo consistenza, sebben di recente formazione, formerà aderenza allo strato sottoposto, e quest'aderenza, che si fa maggiore coll' invecchiare delle cellule, non si potrebbe ammettere coll'addensamento del cambio somministrato dal succhio discendente. Questo trasudamento però non ha luogo, come ben può intendersi, quando le cellule superficiali dell'alburno siano scoperte ed in condizione da essiccare.

Per tal modo di considerare l'andamento del succhio ascendente s' intenderà come, facendo un taglio orizzontale ad un ramo vigoroso in corso di vegetazione, debba sgorgare maggior quantità d'umore verso la periferia del legno che non verso il centro. Poichè verso la periferia concorre il succhio che ascende verticalmente e quello che vi si dirige in direzione trasversale, nel senso dei raggi midollari: e perchè la parte più recente è meno densa dell'interna, siccome più povera di materiali incombustibili od inorganici. L'aumento si forma adunque più facilmente verso la superficie libera, sebbene le cellule che costituiscono il legno già formato, continuino esse pure a nutrirsi di nuove sostanze, per le quali aumentano ed acquistano maggior consistenza. Quindi l'aumento in altezza delle piante non si fa soltanto con materiali nuovi o nuove cellule, ma vi concorre eziandio l'aumento delle cellule vecchie. Se noi osserviamo lo spazio che già esiste sul tronco fra un punto e l'altro di partenza delle diramazioni, come facilmente può osservarsi coi pini e cogli abeti, vedremo che, oltre all'allungamento per la gemma germinale, ha luogo eziandio un allungamento degli spazi compresi fra i detti punti, da dove si

dipartono le diramazioni; allungamento che riesce però tanto meno sensibile quanto più questi tratti si osservino verso la base della pianta, poichè le cellule, sempre più indurite, meno si prestano ad un aumento di volume. — Questo allungamento del legno, già formato, difficilmente potrebbe spiegarsi col cambio discendente.

Così, quando venga tolto un lembo di corteccia, e posto a nudo ed in contatto dell'aria una porzione più o meno ampia d'alburno, da questa trasuderà nei primi momenti l'umor nutritivo, ma poi essiccandosi e disorganizzandosi le cellule più superficiali, più non si vedrà trasudamento, sebbene questo continui ad esercitare il proprio ufficio nella parte superiore alla porzione denudata. Per provare il movimento del succhio dal centro alla circonferenza pei raggi midollari basta fare un'incisione alquanto profonda nel legno, la quale supporrebbe un'interruzione del succhio ascendente nel senso verticale, e si vedrà che nella parte ricoperta, al dissopra della ferita, continuerà il deposito regolare degli strati legnosi, poichè, se è intercettato il corso verticale, è ancor possibile il movimento laterale pei raggi midollari. Solo, vi sarà una modificazione nelle fibre corticali discendenti.

Perchè avvenga il trasudamento, ho detto essere necessario che l'alburno sia ricoperto, come lo è anche in natura della corteccia vivente, e che, soltanto quando è scoperto, l'essiccamento l'impedisce. Infatti, prima d'altri molti, Duhamel tolse compiute zone di corteccia a giovani piante dicotiledoni, ed abbandonata la piaga agli agenti atmosferici non ebbe trasudamento di sorta. Ma quando la ricoprì con cilindro di cristallo ben lutato, ed impedì che i raggi solari vi penetrassero, vidde uscire a poco a poco, da varj punti dell'alburno denudato, alcune prominenze gelatinose, dapprima isolate, che poi si riunivano, formando uno strato che ricopriva tutta la pia-

ga. Trecul ed Hetet, più recentemente, fecero le stesse sperienze col medesimo risultato. Crede quindi Duhamel potersi conchiudere che il diametro dei fusti cresca senza intervento delle fibre legnose discendenti dalle foglie o dalle gemme, e che il tessuto legnoso si forma sul posto.

Non mancano adunque le sperienze per provare l'importanza del succhio ascendente, e la nessuna influenza del discendente sulla formazione del tessuto legnoso; poichè nel caso dell'incisione profonda v'era formazione di nuovo legno tanto al dissopra quanto al dissotto di essa, dove precisamente il succhio discendente non avrebbe avuto accesso, tranne che facendolo penetrare nel legno indi ritornare alla superficie per mezzo dei raggi midollari, cosa che nessuno vorrebbe ammettere, e che non è possibile.

È certo però che l'aumento in grossezza ed altezza dei vegetali, succedendo contemporaneamente in ogni punto del loro tessuto legnoso, ma più evidentemente all' esterno, il nuovo strato legnoso, organizzantesi alla superficie, spingerà all' infuori la corteccia e la farà screpolare. Se fosse vera l' opinione del Raspail, che il maggior aumento della parte interna del legno spinge all'infuori ed esaurisce la parte più esterna dello stesso tessuto, considerando egli la parte più esterna del legno siccome la più antica, le fenditure che noi riconosciamo soltanto nella corteccia dovrebbero in parte appalesarsi anche negli strati più esterni del tessuto legnoso. D'altronde nelle piante dicotiledoni, che non hanno un largo midollo, le parti più interne sono sempre le più compatte, epperò è impossibile il supporle le più recenti.

Ammettendo il trasudamento dell'umor plastico da tutta la superficie dell'ultimo alburno, una vera formazione sul posto, non viene punto ad alterarsi quanto si osserva nella disposizione delle fibre del tessuto legnoso. Un tronco dicotiledone di clima a stagioni alternate, calde e

Digitized by Google

fredde, presenterà delle zone concentriche di strati o depositi legnosi perchè, la vegetazione essendo interrotta, deve lasciare una differenza di colore e densità, nonchè di coesione fra i diversi strati o zone del tessuto legnoso. E questa distinzione dovrà verificarsi ogniqualvolta sia interrotta la vegetazione per una causa qualunque, sia per freddo, sia per siccità; e nessuna differenza o disposizione a strati esisterà nelle piante poste in condizioni che permettano una continua ed uniforme vegetazione sino al termine prefisso od eventuale della loro vita, notandovisi soltanto una maggior densità ed un più forte colorimento verso le parti più antiche centrali. — Calcolare gli anni di vita d' una pianta dal numero di queste distinzioni è possibile soltanto nei climi a stagioni; ed anche in questi climi potrebbero verificarsi due distinzioni per un solo anno, quando la vegetazione sia stata interrotta per una delle accennate cause.

Parimenti, colla formazione in posto, riusciranno sempre meno densi gli strati più esterni perchè di formazione sempre più recente. Ma quel che col cambio discendente non potrebbesi spiegare è la coesione che succede fra uno strato e l'altro, e che va sempre più aumentando, sino a confondere assieme gli strati dalla periferia al centro. Questa coesione non può spiegarsi che ammettendo la formazione sul posto, ossia una vera continuazione di tessuto, succedente pel trasudamento o segmentazione delle cellule più superficiali dell' ultimo alburno. Simile aderenza, come ognun vede, sarà debole fra gli strati recenti e più ancora fra gli ultimi due alburni, perchè ad un tessuto, che già direi maturo, dopo un tempo più o men lungo, altro se ne aggiunge ancor tenero ed in via di formazione. Ma siccome dal centro alla periferia tutte le cellule del tessuto legnoso vanno acquistando sempre maggior copia di materiali, così l'aderenza si farà anch' essa sempre maggiore fra gli strati

più antichi, al punto per anco di togliere ogni distinzione e confonderli assieme.

Il colore più intenso che ordinariamente presenta un vecchio tronco in confronto d' altro più giovine della stessa specie, e maggiormente verso il centro che verso la periferia, mostra chiaramente la precedenza degli strati più oscuri, i quali sono eziandio i più duri e quelli che forniscono, non già la maggior quantità di fiamma, ma la maggior quantità di ceneri, indicando con ciò un'esistenza anteriore. Impossibile è adunque ritenere valida l' opinione del Raspail il quale considera l' alburno siccome il legno più antico, e che deve la sua poca densità all' essersi consumato a vantaggio di nuove e sottoposte formazioni.

§ 34. — **Prove desunte da alcune pratiche che il sugo nutritivo è l'ascendente. — Effetti della potatura, piegatura, torsione, incisione, decorticazione, legatura, frattura. — I chiodi, le caviglie, e l' inserzione dei rami.**

Oltre a questi fenomeni principali, che servivano ad appoggiare l' opposta teoria, altri se ne possano spiegare, che ben difficilmente vi si riuscirebbe per mezzo dell'umor discendente. Questi sono: il taglio fatto allo scopo di concentrare il succhio; la piegatura dei rami verso una linea più o meno orizzontale, od anche in basso, per limitare sempre più la soverchia vigoria di produzione legnosa; il presentarsi dei germogli succhioni in posizioni piuttosto basse, giammai sopra rami pendenti, e sempre avanti la piegatura; le incisioni profonde, le legature, le decorticazioni circolari, e la frattura parziale allo scopo di favorire l' ingrossamento dei frutti e non già della parte legnosa superiore al luogo dove fu praticata alcuna di queste operazioni. E

finalmente potremo farci ragione del modo di comportarsi e degli effetti ch' esercitano sull' alburno i chiodi, le caviglie i segni, le contusioni, ecc., non che del modo di rimarginarsi delle ferite, ecc.

Comune è il dire che, con un taglio ben diretto, si possano rinvigorire le piante, concentrando gli umori nelle parti rimaste; e che, se ciò vale in ogni caso per dirigere a volontà la vigoria nelle diverse parti delle piante, divien poi indispensabile quando una pianta comincia a deperire facendo stentati germogli annuali. Or bene, nel primo caso, se l'umor nutritivo è il discendente, le parti non tagliate riceveranno sol quanto sia elaborato da proprie foglie, e non già quanto avrebbero dovuto elaborare le foglie delle parti levate. Togliere rami sarebbe togliere colle foglie parte dell' organo digerente, nè si saprebbe come col taglio si arrivi a dare maggior vigore alle parti non tagliate. Sarebbe come dire che sopprimendo od impedendo l'azione d'una porzione dell' apparato digerente ad un animale, se ne possa rinvigorire l' organismo. — Concedendo alle foglie la facoltà digerente, se noi le togliamo, deve cessare più o meno la nutrizione, in ragione della maggiore o minore quantità di foglie levate. E le foglie dei rami non tagliati non arriveranno giammai a elaborare più di quanto potevano elaborare dapprima. Se la cosa avvenisse come i fisiologi vogliono, le piante potate di frequente, o diminuite di rami, sarebbero le più robuste e voluminose, ma non è così. Osservisi per esempio due gelsi, ad uno dei quali si applichi un ben regolato taglio in primavera per disporne le diramazioni, o per aver germogli lisci e vigorosi, mentre all'altro si lasci ogni parte, ogni ramicello che valga a produr foglie, e vedrete che quest'ultimo crescerà in grossezza assai più del primo, e che la somma della quantità delle foglie, e della lunghezza dei rami, sarà sempre a vantaggio del gelso non tagliato.

Osservate tutte le piante educate dal taglio del giardiniere, e le vedrete certamente meno robuste d'altre consimili cresciute liberamente. Le piante impoverite frequentemente di parti destinate a dar foglie, non aumentano di molto, intristiscono presto, e presto muojono. E qui non è a confondere aumento nella produzione di frutti con vigore di vegetazione. L'orticoltore sa benissimo che egli sacrifica la durata della pianta alla precocità ed alla fecondità. — Nelle piante vegete adunque il taglio non serve assolutamente a rinvigorire; concentramento o rinvigorimento solo talvolta si ottiene nelle piante deperenti, quando deboli germogli annuali indicano languore, e più che un'alterazione delle parti verdi aeree, indicano una causa residente nelle radici, per la quale secondo me, siansi guasti i succhiatoj, o che questi difficilmente trovino materiali nutritivi da elaborare. In questo sol caso il taglio può produrre un vero concentramento d'umori, limitando ad una minor estensione di parti, l'azione nutritiva del succhio ascendente; ed è, ripeto, una prova che il succhio ascendente è quello che ha la facoltà nutritiva.

La piegatura dei rami, ognuno sa, serve ad aumentare la precocità, il volume, o la quantità dei frutti nella parte che sta oltre la piegatura, ma in pari tempo, è a scapito della produzione legnosa. Ebbene, se l'umor discendente fosse il nutritivo, la cosa dovrebbe succedere perfettamente al contrario, il cambio reduce dalle foglie, più difficilmente dovrebbe discendere trovandosi sur un piano vicino all'orizzontale, e per le stesse ragioni che finora valsero a spiegarne la discesa, dovrebbe fermarsi in maggior quantità in questa porzione, e dar luogo ad un ingrossamento legnoso considerevole, oltre allo sviluppo di rigogliosi germogli.

Si osservi in qual modo proceda la vegetazione prima e dopo la piegatura, e sulle parti più o meno pie-

gate, e meglio potrassi rintracciare la vera causa degli effetti di questa operazione. — Quanto più il ramo curvato si avvicinerà alla linea orizzontale avrà una sempre più debole produzione di germogli legnosi, ed all'incontro si munirà di gemme da fiore, e di frutti nello stesso anno della piegatura, o li preparerà pel venturo. Prima della curvatura, o sulla parte di questa che guarda in alto, sorgeranno frequenti germogli succhioni, i quali ben di rado porteranno o si disporranno a frutto. — La vigoria di vegetazione si concentra appunto dove il succhio ascendente incontra un ostacolo, e dove invece il discendente trova un più libero il corso in basso. Bisognerebbe pertanto ammettere che il cambio favorisca maggiormente la formazione legnosa ove scorre liberamente, che non dove sia obbligato a trattenersi più a lungo. Bisognerebbe in somma ricorrere ad assurdi e contradizioni per voler dare una spiegazione. — Se all'incontro si ammette che l'umor nutritivo sia l'ascendente, facilmente s'intenderà come quando esso incontri un ostacolo nella piegatura, debba arrestarsi o rallentare il proprio corso, dando luogo a quei germogli vigorosissimi detti succhioni. Per conseguenza una minor quantità andrà ad alimentare la porzione oltre la piegatura, la quale aumenterà di poco in grossezza, e produrrà stentati germogli da legno. E s'intenderà come i rami ed i germogli, quanto più fortemente saranno piegati in basso, altrettanto rallentino di vigore al punto di mantenersi appena vivi, ed anche perir entro pochi anni. Per ciò, ad aumentare la produzione dei frutti, senza far grave danno alla vegetazione, si trovò utile di dare ai rami un poco per anno un'inclinazione di 45 gradi. Gli stringimenti naturali, operati da indurimenti della corteccia, producono naturalmente gli stessi effetti della piegatura, trattenendo l'umor nutritivo nella parte inferiore, favorendo quivi la produzione di rami succhioni.

Altre operazioni si fanno all'intento di favorire il numero ed il volume dei frutti, e queste sono le incisioni alquanto profonde, le legature, le decorticazioni circolari, e la frattura parziale dei rami al disotto della parte occupata dai frutti. Tutte avrebbero per effetto naturale il trattenere il cambio discendente al disopra della ferita, e per conseguenza di favorire un maggior sviluppo in quella porzione, a scapito della parte inferiore, la quale difficilmente, o parzialmente riceverebbe l'umor plastico. Ma invece è appunto la parte superiore quella che diminuisce di vigoria, e l'inferiore quella che aumenta. Perchè poi ciò che riesce a svantaggio della produzione legnosa sia profittevole alla fruttificazione, lo vedremo più avanti al § 36.

Seguitiamo per ora ad esaminare gli argomenti che si vogliono far valere per l'ammissione del cambio discendente. — Si è provato a sollevare la corteccia a T nello stesso modo che si farebbe nell'innesto ad occhio; vi si introdusse una laminetta e si rinchiuse. Questa laminetta trovossi poi nell' interno del legno, sotto un numero maggiore o minore di strati, secondo che fosse passato un numero maggiore o minore d'anni. Ecco, dicevasi, il cambio che, discendendo, ricoprì la laminetta e vi si organizzò al di sopra. Si praticarono incisioni sull'alburno, vi si conficcarono dei chiodi, ed avveniva lo stesso, cioè dopo alcuni anni, si trovavano ricoperti da un certo numero di strati legnosi. Tutti conoscono quelle caviglie durissime di legno, disgiunte dal resto, che si vedono nelle assi, e che, staccandosi nel lavorarle, lasciano dei vuoti. Queste caviglie sono mozziconi di rami, lasciati alle piante per taglio mal fatto, o per potervi salire senza sussidio di scale, come si usa cogli abeti, pini, ecc. I mozziconi ordinariamente non mettono germogli, deperiscono e muojono: in seguito vengono circondati e ricinti ogni anno da un nuovo strato legnoso, finchè ri-

mangono intieramente ricoperti. Si noti però che questi mozziconi essendo costituiti da legno morto, perchè rimasto allo scoperto, non possono riunirsi al nuovo strato legnoso, ed in circostanze opportune si staccano lasciando un foro. Così pure nessuna aderenza succede mai fra una parte qualunque dell' alburno privo di vita, ed il nuovo strato che poi arrivò a ricoprirlo, come succede nella parte superiore d'un tronco o d'un ramo, innestati a corona od a spacco. Quando però, in una ben fatta scalvatura, i rami si tagliano ben presso la loro base, le caviglie non esistono.

E non solo i chiodi e le caviglie di legno morto, rimanendo al posto nel quale sono conficcati o sono inserite, vengono ad infossarsi ed essere ricoperte all'ingiro dal nuovo deposito di alburno, ma anche le diramazioni vegetanti, che si dipartono dal tronco o da un ramo, s'infossano ogni anno maggiormente alla loro base nei nuovi strati legnosi del tronco o del ramo cui aderiscono. Fuorchè, trattandosi in quest'ultimo caso di parti vive che vengono a contatto, non si staccano, non lasciano fori, ma aderiscono tra di loro e formano un tutto unito. Facile infatti è l' osservare nelle asse, che comprendono tutta la larghezza d' un tronco o d' un ramo vecchio, i punti dai quali si dipartivano le diramazioni, e tanto più facile quanto più la loro inserzione sarà verso l'esterno. Verso l'interno, quando siano trascorsi molti anni, le cellule si confondono nell'aumentare ed indurirsi, la direzione delle fibre si confonde, e meno riconoscibile riesce il punto d' inserzione dei detti rami. Ancora meno facile è il distinguere il punto estremo, ossia il termine in altezza d'ogni vegetazione annuale in un albero dicotiledone, e sempre più difficile è il riscontrarlo quanto più l'albero sia vecchio. Insomma tanto nel legno giovane quanto nel vecchio meglio si scorge la direzione dei raggi midollari dal centro alla periferia, e dal basso

all'alto, che non quella degli strati concentrici; e sarà più facile che un tronco si spacchi naturalmente per tutta la sua lunghezza, che non si divida nei suoi strati concentrici, cosa che avviene in rari casi, e solo negli strati più superficiali del tronco di quelle piante che siano deperite e morte in piedi, potendo la putrefazione facilmente rompere la loro recente aderenza.

L' infossarsi delle caviglie ed il loro scomparire, al pari delle laminette, chiodi, legni, ecc., sotto la nuova formazione legnosa condusse i fisiologi nell' errore, cioè a ritenere che le piante aumentassero soltanto per l'esterno, e per una soprapposizione di fluido condensantesi nel discendere dalle foglie.

Intanto importa distinguere il modo col quale si rimarginano le ferite della corteccia, da quello col quale si rimarginano quelle dell'alburno o del legno. Ambedue i casi rappresentano una ferita od una decorticazione dall'alburno, eppertanto ricevono spiegazione dalle sperienze di Duhamel e di Trécul. Una laminetta, un chiodo, un'incisione qualunque, la base morta d'un ramo costituiscono una lesione di continuità, un impedimento al libero trasudare e segmentarsi delle cellule più superficiali. Il trasudamento avviene soltanto all'ingiro, e comincia a formare dei bordi rialzati, i quali sormontano l'ostacolo, in maggior o minor tempo, secondo l' entità dell'ostacolo stesso. Questo sormontare avviene per un trasudamento o segmentazione di tutta la superficie dei bordi della nuova formazione. Se all'incontro questi fatti, fossero dovuti all'umor discendente, l'inmicchiarsi dei chiodi, caviglie, ecc. ed il ricoprirsi delle ferite, dovrebbe succedere dall'alto al basso, ed in modo assai rapido; e se l'ostacolo da sormontare fosse rilevante, al disotto di esso vi dovrebbe restare una zona infossata, essendo il cambio nel discendere obbligato a deviare. Per ciò ben si vede essere più facile il pro-

Digitized by Google

vare che, se il deposito del nuovo strato avviene all'esterno della pianta, esso per altro è frutto della nutrizione interna, di un vero aumento di parti, e non di un semplice deposito esterno. La continuità di tessuto non può spiegarsi che per l'interna nutrizione; il depositarsi od aumentare all'esterno mostra, come nelle sperienze di Duhamel, lo stesso effetto di quanto succede nelle denudazioni dell'alburno, che però siano riparate dall'aria e dal sole. Continuità di tessuto fra strato e strato non potrebbe avvenire col cambio discendente. Nei climi a stagioni, uno strato sarebbe staccato dall'altro, come i nuovi strati non aderiscono e non fanno continuità di tessuto colle caviglie o denudazioni che già perdettero la facoltà di trasudare umor plastico. Pertanto, quando i rami vengono recisi ben presso la loro inserzione nel recente alburno, la ferita presenta una piaga piana che più presto è rimarginata o ricoperta dal trasudamento circostante, che non quella nella quale sporga qualche mozzicone morto.

D'onde l'erroneità del lasciare lunghi e deformi mozziconi allorchè si scalvano le piante. Queste sporgenze difficilmente vengono ricoperte dalla produzione legnosa circostante, o dalle fibre corticali discendenti, per il che si guastano, putrefano e comunicano la putrefazione al tronco, il quale si svuota, e dà accesso all'acqua ed agli insetti, conducendo a pronta rovina la pianta. Così, è una pratica lodevole quella di rendere piane e liscie le ferite, e poi ricoprirle immediatamente, poichè in tal guisa dissecca una minor superficie d'alburno, ed il rimarginamento si compie in un tempo più breve.

Anche i fenomeni che si manifestano durante il deperimento delle piante ci confermano nell'opinione contraria a quella finora adottata dai fisiologi.

Abbiamo veduto che le denudazioni dell'alburno o d'una parte qualunque del tessuto legnoso, procurate

da cause artificiali o naturali, siccome dalla grandine o dall'urto di ciottoli, ed accompagnate dalle condizioni che disseccano o disorganizzano la loro superficie, non si riuniscono più alle parti circostanti o soprastanti sebbene quest'ultime arrivino a ricoprirle. Queste cause tutte sono di tanto maggior danno alle piante quanto più le colpiscano verso la parte inferiore. Si faccia attenzione a quelle piante che, durante le arature, vengono guaste nella corteccia o nel legno; quelle nelle quali si conficcano frequentemente chiodi per affilare i ferri da prato o per fissarvi altri oggetti, e le si vedranno deperire assai più prontamente di molte altre, maggiormente guaste nella parte superiore, per fratture e contusioni prodotte da venti, grandine, ecc. — Il taglio o la completa scalvatura dovrebbero poi arrecar certa morte. Prodotto un guasto nella parte inferiore, sebbene riparata dalle piogge o da altre cause esterne, esso, per una specie di azione chimica o di fermentazione, si propaga assai più prontamente nella parte superiore, perchè l'umore costretto d'attraversare le parti corrotte o guaste si spinge in alto e non in basso, ed in breve tempo tutti i vasi che lo conducono trovansi alterati nel colore e nella composizione; ed il deperimento procede rapido in tutta la parte da loro alimentata.

Quando una pianta vien guasta in qualche punto intermedio, se l'umor plastico forse il discendente, dovrebbe rimettersi o produr nuovi rami vigorosi al disopra del guasto medesimo, ma invece questi nuovi rami, sorgono al disotto, al pari dei rami succhioni al disotto delle piegature già avvertite, indicando chiaramente che l'umor nutritivo arriva dal basso.

Il maggior ingrossamento del tronco nella parte inferiore è dai fisiologi finora spiegato dal comprendere un maggior numero di coni concentrici di cambio organizzato, nonchè dal più facile suo condensamento, in

seguito all'avere già perduta molta umidità attraverso la corteccia durante il movimento di discesa. Se fosse così, il cambio, addensandosi nel discendere, dovrebbe trovare nella propria maggior densità un impedimento al corso discendente, e dovrebbe depositare uno strato più sottile in basso che in alto. — Ma questi strati non presentano una sensibile differenza nel loro spessore, considerati separatamente su qualunque punto del tronco, o ne presentano uno leggiermente più rilevato appena sopra terra. Ammesso che l'umor nutritivo sia l'ascendente e non il discendente, più facilmente s' intenderà come una pianta arborea nel suo tronco non presenti esattamente un cono, ma piuttosto un corpo cilindrico la di cui base repentinamente s'allarga per effetto del distendersi delle radici. L'umor ascendente, chiamato dalla traspirazione delle foglie, tende a portarsi in alto con un'energia maggiore di quella che lo spinga lateralmente pei raggi midollari, eppertanto maggiore è l'aumento dei materiali sull'alto della pianta che non in basso; i materiali che servono all' allungamento superano quelli che vanno a profitto dell' ingrossamento; per il che, la somma del volume dei rami, supera di molto quella del tronco. Si faccia sur una pianta in corso di vegetazione una ferita laterale ed altra orizzontale di pari ampiezza, e si vedrà chiaramente maggior quantità d'umore sgorgare dall' orizzontale che non dalla laterale.

Fu notato che le piante, specialmente ne' climi boreali, tanto nel tronco quanto ne' rami, dalla parte che guardano il sole, hanno gli strati concentrici più sviluppati o di maggior grossezza, mentre di solito hanno la corteccia più grossa ed indurita dal lato di tramontana. — Anche questo fenomeno può avere una facile spiegazione ritenendo che l'umor nutritivo sia l'ascendente. Esso infatti sarà con maggior energia chiamato verso

quella parte che riceve maggior calore per effetto dei raggi solari, e la formazione ed aumento o nutrizione delle cellule sarà maggiore da questo lato. Questo maggior spessore degli strati è proporzionale alla quantità di calore ricevuto da ciascun punto, e per conseguenza è regolare e non mostra un maggior ingrossamento repentino o saltuario; comincia alquanto dopo la direzione di mattino, quando il legno abbia avuto tempo di riscaldarsi, e termina proporzionalmente più avanti verso la parte di ponente, poichè questa acquista e conserva il calore più che il lato di mattina; epperò il punto più ingrossato riuscirà alquanto dopo la linea di mezzogiorno, cioè verso le ore due o tre pomeridiane, appunto quando riscontrasi la massima diurna atmosferica.

Raspail attribuisce a questo maggior ingrossamento, per effetto del sole, la volubilità di alcuni steli.

« Fate crescere una pianta, ei dice, tenendo sempre uno de' suoi lati nell'oscurità, da questa parte si farà biancastra, e la pianta si ravvolgerà a spirale attorno del primo corpo che incontra. »

Non bisogna quindi confondere questo ingrossamento regolare del tronco con quello irregolare e longitudinale che per avventura trovasi in alcune piante, dovuto ad un maggiore e sproporzionato sviluppo di uno o più rami da una data parte.

Dissi che la corteccia all'incontro s'ingrossa maggiormente dal lato di tramontana, e ciò avviene perchè da quel lato i muschi, le muffe ed i licheni trovano più facile vita, consumano parte della corteccia a profitto della loro esistenza, eppertanto lo strato corticale è obbligato a rifarsi con nuovi materiali.

Digitized by Google

§ 35 — Aumento de' vegetali desunto dalla struttura ed aumento delle cellule — Gemme, bulbi, tuberi, gemme, gemme avventizie; embrioni fissi, visibili e latenti; embrioni liberi. — Ufficio probabile delle foglie che accompagnano le gemme. — Somiglianza di strutture fra le parti sotterranee e le aree. — Prima vegetazione de' bulbi, delle talee e delle gemme

Ritenuto che l'umor nutritivo sia l'umor ascendente, prima di passare all'esame della parte corticale, ritorniamo a considerare il primo sviluppo d'un vegetale. Una cellula, un germe, una gemma od un seme rappresentano l'organo più o meno complesso che dá origine al primo sviluppo vegetale, o di quell'individuo ancor più complesso che dicesi pianta. Pongasi d'aver ottenuto un primo stelo dall'organo il più perfetto di riproduzione, ossia da un seme; cosa saranno le diramazioni che da esso sorgeranno? A mio credere possono considerarsi pari alla moltiplicazione delle cellule prime, sia per formazione interna, sia per segmentazione. Questa produzione di cellule, capaci di far l'ufficio di germi, avrà luogo sulla superficie libera dell'ultimo o più recente alburno.

La distinzione fra seme e gemma è soltanto apparente, e dipende dalle diverse condizioni nelle quali si mostra o l'uno o l'altra. Il seme è lo stadio più perfetto del germe, e quando la pianta non è ancora atta a produr semi, già la si può riprodurre per gemme, e può chiamarsi gemmipara e scissipara, moltiplicandosi per divisioni di parti. I bulbi non sono altro che gemme le quali, nelle opportune condizioni, possono produr semi o germi perfetti, e propagarsi con quelli; ma quando manchi il calore opportuno alla formazione del seme,

continuano a riprodursi per moltiplicazione di nuovi bulbi o gemme. Lo stesso dicasi dei tuberi, e di moltissime radici carnose le quali si possono considerare come un'agglomerazione di gemme, e che, se sono provenienti di un clima più caldo, producono uno stelo che non fiorisce o non matura i semi, mentre la pianta può riprodursi per tuberi ossia per gemme.

Le foglie di molte piante dette grasse, nelle opportune condizioni, mettono radici e propagano la specie, ma queste foglie si possono paragonare ad una talea o meglio ad un tubero, poichè sono munite di gemme che nel primo svilupparsi si nutrono della sostanza carnosa della foglia la quale compie l'ufficio di massa cotiledonare. Anche le piante hanno dunque diversi gradi di perfezione, e l'ultimo grado, o più perfetto, il seme, è raggiunto sol quando trovino tutte le condizioni opportune nel suolo e nell'atmosfera. Pertanto fra le piante i cui germi sono muniti di massa cotiledonare, e quelle in cui limitano allo stato di gemma, riusciranno di più facile propagazione di quelle i cui germi arrivano sino allo stato di seme. In quelle, il cui germe è ancor più semplice, perchè privo di massa cotiledonare, può dirsi che ogni lor parte rappresenti un organo capace di sostituirlo: tali sarebbero le piante acotiledoni.

Tornando alle piante cotiledoni dirò che sopra qualunque punto dell' ultimo alburno possono svilupparsi delle cellule germi, di queste alcune si rendono esterne nei germogli, e danno origine a gemme all'ascella delle foglie; altre produconsi sotto la corteccia dei rami o dei tronchi, ma non si mostrano esternamente allo stato di gemma, forando la corteccia, se non in date circostanze, quando cioè la pianta venga privata della maggior parte o di tutti gli organi esistenti che avevano l'nfficio della respirazione. Così, ove si levino i germogli recenti, come nella sfogliatura del gelso; o che si tolgano completa-

Digitized by Google

mente o quasi completamente i rami muniti di gemme, i germi esistenti sotto la corteccia si svolgono maggiormente allo scopo di sostituire gli organi mancanti; esercitano uno sforzo sulla corteccia, mostrandosi al di fuori in modo più o meno irregolare allo stato di gemma. Facile sarà dunque il comprendere, come queste gemme più facilmente sorgano quando i rami siano scarsi in proporzione del vigore proprio od acquistato dalla pianta, e quando la corteccia non sia troppo grossa od indurita. Se la corteccia ha una soverchia grossezza, come in molte piante resinose, o che sia molto indurita, come nelle piante troppo vecchie, tali gemme non possono farsi strada verso l'esterno, e la pianta, non potendo più aver foglie, dovrà inesorabilmente perire. Queste gemme furono, dai fisiologi, dette secondarie, avventizie ed accidentali, ovuli, bulbi, bulbilli appunto per significare ch' esse non svolgonsi che in circostanze eccezionali. E, comprese le più visibili del germoglio, sono quelle che Dupétit-Thouars chiamava *embrioni fissi*, per distinguerli dai *liberi* o semi. Tali embrioni fissi dovrebbersi, a mio parere, distinguere in *visibili* e *latenti;* i visibili sarebbero le gemme esterne; latenti, quelli che stanno ancora sotto la corteccia, e che non hanno ancor presa la forma di gemma. Un'altra distinzione che, secondo me, passa tra un germe latente, ed una gemma visibile, si è che quest' ultima al suo mostrarsi è sempre munita d'una foglia, e che, in tale stato, foglia e gemma formano un tutt'assieme, vivente in istretta dipendenza; per il che, allorquando una gemma nel suo mostrarsi viene a perdere la foglia, o che nel successivo anno essendo già caduta la foglia non possa svolgersi in germoglio, questa gemma muore. Il germe latente all' incontro può dirsi un uovo in via di formazione nel seno della madre, vivente a spese e per opera di questa, e non esercitante alcuna funzione pro-

pria indipendente. La foglia adunque che accompagna la gemma d'un germoglio sembra che funzioni come una particolare nutrice di questo stadio del germe.

Gli organi cellulari, che trovandosi alquanto più sviluppati sulla corteccia, si convertono in germi, furono da taluni avvertiti e designati col nome di *ghiandole* o cellule *sotto-epidermiche.*

In seguito a ciò, si osservi cosa avvenga o possa avvenire in una pianta dicotiledone quando abbia luogo lo sviluppo d' una o più gemme. Cominciamo dall' esaminare il germe più perfetto, cioè un seme. Pongasi questo nelle condizioni opportune di germinazione e vedremo che, rotti gl'involucri ed aperta la massa cotiledonare, spingerà la radicetta nel terreno e dirigerà nell'aria la piumetta. Abbiamo già veduto al § 28 che le radici non cominciano a nutrirsi con materiali tolti al terreno se non quando la piumetta abbia spiegato nell' aria le foglie, e che queste abbiano acquistato il color verde. Abbiamo veduto che avanti quest'epoca il germe si sviluppa nutrendosi a spese della massa cotiledonare: mancando una di queste condizioni la vita cessa al mancare o consumarsi della massa cotiledonare. Fatti pratici che confermino questo principio ne abbiamo nelle semine e specialmente in quelle praticate nei terreni argillosi i quali, difficilmente polverizzandosi, lasciano dei vuoti fra zolla e zolla, o che per piogge facciano crosta alla superficie. In simili terreni molti semi periscono dopo d'aver germinato non potendo mettere le radicette in largo contatto col terreno pei vuoti soprannotati; e molti più ancora muojono quando la crosta superficiale impedisce alla piumetta di sollevarsi e mettersi in contatto coll' aria.

Se si divide longitudinalmente un germe appena germinato, possiamo paragonarlo ad una cellula ancor vuota nel centro, in via di segmentazione per una stroz-

zatura mediana nel punto che divide la parte aerea dalla parte sotterranea, e che fu detta *colletto*. In seguito la cellula continuerà a segmentarsi, tanto nella parte inferiore che nella superiore, ed ogni porzione avrà le stesse proprietà della cellula primitiva, quella cioè di avere un polo che tende a portarsi verso terra e convertirsi in radici, ed altro che cerca l'aria, e che riproduce parti aeree. Le suddivisioni del tronco e le foglie rappresenteranno assai approssimativamente le diramazioni ed i succhiatoj delle radici, tanto nella distribuzione, quanto nell'ordine e modo di sviluppo. — Le condizioni nelle quali trovasi ciascuna cellula determinano lo sviluppo di parti aeree, o di parti che cercano l'oscurità ed il terreno. Il fatto è incontrastabile, ed un ramo interrato mette radici e non germogli, ed una radice sollevata sopra terra dà luogo a germoglio e non già a radici.

Pertanto tutta la superficie legnosa della parte aerea e della parte sotterranea sarà munita di organi consimili, cioè di cellule dotate dell'egual facoltà di mettere germogli e radici. La comparsa degli uni o delle altre, e la regolarità della loro comparsa sarà cosa affatto dipendente dalle condizioni nelle quali trovansi le cellule germi. Prendiamo adesso una gemma, quale in grande ce lo rappresenta il bulbo d'un giacinto, e disponiamola alla germinazione. Ogni scaglia del bulbo è munita alla base d'un germe, cui quella serve di massa cotiledonare. Ogni germe manderà il proprio prolungamento radicale, libera essendo la base d'ognuna; non così però sarà del prolungamento aereo, essendo talvolta impedito dal gonfiarsi e svilupparsi del germe vicino che gli serra contro la propria scaglia.

Vediamo ora come si comportano quei bulbi più piccoli che noi diciamo gemme. Prendiamo per es., un pezzo di tralcio di vite munito di due gemme, disponiamolo

per modo che una di essa sia perfettamente interrata e l'altra in libero contatto dell' aria; facciamo insomma una talea. Tutti sanno che in tal caso la gemma interrata, invece d'aprirsi e dar luogo al germoglio mette radici dalla base, laddove quella che è in contatto dell'aria invece di metter radici apre le scaglie per dar luogo ad un germoglio: sviluppandosi quella parte che sta in armonia col mezzo. La gemma interrata si segmenta soltanto pel polo inferiore, e quella sopra terra soltanto pel polo superiore.

Ora, a vece di un pezzo di tralcio con due gemme, prendiamone uno munito d'una sol gemma, e collochiamolo in modo che possa risentire l'influenza del terreno unitamente a quella dell'aria. Quella gemma allora dalla base darà radice, e le piccole scaglie si apriranno per dar luogo al germoglio. La cellula germe si sarà segmentata; ed ambedue i poli si saranno allungati nella loro speciale direzione. Sviluppate le radici e rinverdito il germoglio, la nutrizione si farà a spese del terreno, ma, prima di quest'epoca, si fa a spese delle sottili scaglie della gemma e del legno sottoposto.

Altri esempj pratici di questo modo di comportarsi delle gemme a norma delle diverse condizioni l'abbiamo nei così detti piantoni, o rami lisci di salice, pioppo fico, gelso, i quali, conficcati nel terreno, mettono radici in questo e germogli nell'aria. L'abbiamo nella propaggine, che mette radici su quel tratto di ramo piegato sotto terra; l'abbiamo nella margotta, cioè nelle radici che mette quella parte di ramo che fu artificialmente interrata per mezzo dell'applicazione del vaso. L'abbiamo finalmente nei rami de' vegetali serpeggianti presso terra, quali la gramigna, le fragole, le zucche, il fico, la vite, le cui gemme presso terra mandano radici dalla base, e germogli verso l'alto, in modo che a guisa d'una tenia, si potrebbe dividere la pianta in tanti individui quante sono le gemme che toccarono terra.

Ho detto che la germinazione delle gemme in tali casi si fa anche a spese del legno sottoposto. — La germinazione che comincia coi materiali della massa cotiledonare ed il germogliamento che procede con materiali tolti al terreno, sono fenomeni che non urtano menomamente tanto coi principj ricevuti, quanto con quelli finora esposti. Ma forse una germinazione, e perfino un germogliamento a spese del legno, non sarà così facilmente ed ampiamente accettato. Eppure il fatto non solo è possibile ma vero, come lo provano i germogli che si svolgono sulle piante tagliate ancor *verdi*, o non morte in piedi, come dicesi ordinariamente; l'esaurimento rapido del legno nelle piante che deperiscono e muojono: e finalmente l'innesto e le piante parassite.

Non è cosa rara il veder tronchi o grossi rami di pioppo o di salice, tagliati sul finir d'autunno o sul finir del verno, i quali sul cominciar di primavera, conservando ancora gran parte della propria umidità, mandino numerosi germogli, sia dai punti ove la corteccia è meno grossa e meno dura, sia dalle estremità recise, facendosi strada fra la corteccia e l'alburno. Questi germogli, dopo d'essersi più o meno sviluppati, finiscono ordinariamente col morire, pel successivo essiccarsi del legno. Quando però il legno si trovi in condizioni tali da mantenersi in istato di sufficiente umidità, quei germogli continuano a vegetare come se la pianta avesse ancora le proprie radici nel terreno. — Ora domando da qual parte prendono nutrimento quelle gemme e quei germogli? Dal terreno no certo. Dunque elaborano i materiali della pianta istessa, finchè questa glieli può fornire.

Che in tali casi avvenga un'elaborazione dei materiali del legno lo sanno i negozianti di legname i quali scortecciano immediatamente i tronchi tagliati, acciò la superficie dell'alburno si essichi più prontamente, procurando talvolta di togliere assieme alla corteccia anche

parte dell'alburno. Fanno quel che farebbe un tale che per non lasciar impoverire un terreno da una coltivazione togliesse la superficie del campo nella quale stanno i semi. La superficie seminata, nelle piante, è l'alburno.

Osserviamo una pianta deperita e morta lentamente al posto. In essa come già feci notare al § 29, il legno, a parità di volume e secchezza, pesa assai meno di quello delle piante tagliate ancor viventi; non è atto alle costruzioni, avendo perduto in tutto od in parte la coesione delle proprie fibre; e finalmente, abbrucia con difficoltà, da poca fiamma, e lascia un minor residuo di ceneri.

Tutti questi fenomeni aumentano in ragione della durata e dell'intensità del deperimento.

Quale altra causa dovremo accusare di questa consumazione del legno se non l'ultima vegetazione, quando le radici erano guaste od impossibilitate a trar nuovi alimenti dal terreno, ossia la nuova produzione compiutasi a spese della già esistente? — La diminuzione ultima di peso proviene dalla materia convertita in foglie, le quali poi si staccano dalla pianta. — Che il legno, quando per una causa qualunque nulla più riceve dal terreno, converta la propria sostanza a nutrire la nuova vegetazione possiamo riscontrarlo con molta evidenza in quelle piante, nel cui centro de'rami o del tronco la sostanza legnosa siasi già molto decomposta. In tal caso non è raro vedere germogli che introducono le loro radici nel legno decomposto, come se fosse terreno. Veggasi anche quanto già si disse al § 29 a proposito delle piante cui si leva un largo anello di corteccia un anno prima del taglio, allo scopo di ottenere un legname che si conserva più a lungo. Solo ora aggiungo che una pianta in tal condizione io la considero come una pianta tagliata ancor vivente nella quale continui la sola facoltà assorbente dell'umidità.

Questi fatti ci mostrano come, nel primo sviluppo, le gemme ed i germogli, quando non possono trarne dal terreno il proprio alimento, lo traggono dal legno sul quale sono impiantate.

§ 36. — Come debbasi considerare l' innesto. — Gemma innestata paragonabile a gemma propria del legno — Condizioni di riuscita dell' innesto — Considerazioni sull innesto. — Piante parassite paragonabili alla gemma innestata. — Le gemme appena innestate e le piante parassite esercitano la scelta sulla pianta soggetto come se funzionassero nel terreno. — Ogni gemma fa da sè.

Ma la prova più evidente l'abbiamo nell' innesto, e più chiaramente nell' innesto ad occhio. L' innesto a marza, sia desso praticato a spacco od a corona, può considerarsi una talea, la quale, invece d'essere affidata al terreno, è consegnata al legno d' un' altra pianta. La talea posta nel terreno, quand' abbia sviluppate le radici, prende il proprio nutrimento da quello, e la marza, applicata al legno, deve necessariamente prenderlo da questo. L'innesto ad occhio ed a canello ci presenteranno l'esempio d' una gemma che, invece d'essere seminata nel terreno. è seminata sul legno, e ci indicherà esattamente il modo col quale si nutrono e si svolgono le gemme che naturalmente trovansi sulle piante.

Tutti conoscono che la condizione essenziale per la riuscita dell' innesto ad occhio è l'integrità del germe contenuto nella gemma; poichè, in caso contrario, difficile, od impossibile sarebbe lo sviluppo del polo inferiore, ossia della radicetta. Pertanto chi pratica simili innesti dovrà osservare se la gemma staccata sia concava o convessa all'interno; poichè, se è concava, è segno che la base della gemma fu lacerata, e, mancando

gli organi destinati a metter le radici, si può essere sicuri che l'operazione non riesce.

L'altra condizione indispensabile alla riuscita dell'innesto ad occhio è il non guastare la superficie tenera del legno (alburno) sul quale vuolsi collocare. Guasta la superficie, le cellule superficiali disseccano, più non ricevono nè trasmettono umor nutritivo, e muojono. Allora, le radicette della base della gemma innestata, non ricevendo umore, non si svolgono, o deperiscono appena sviluppate, al pari d'un seme che si faccia germinare col semplice sussidio dell'umidità, ma che, terminato lo stadio di germinazione e consumata la massa cotiledonare, non trovi terreno dal quale prendere alimento.

Un'altra condizione per ottenere il voluto risultato dall'innesto è che la base della gemma, per mezzo d'opportuna compressione della legatura, sia a perfetto contatto colla superficie dell'alburno. In caso diverso l'aria interposta permetterebbe il disseccamento di questo; nè le radicette della base della gemma potrebbero prendere umore dalla superficie dell' alburno non essendogli a contatto, al pari d'un seme la cui radicetta non trovi il contatto del terreno.

Allorchè la superficie dell'alburno non è guasta, e la base della gemma illesa ed a perfetto contatto colla parte sottoposta, l'esito dell'innesto è sicuro; se una di queste condizioni manca, l' operazione è fallita. Una gemma bene innestata può considerarsi come una gemma propria del legno del soggetto. — Vediamone lo sviluppo. All'epoca opportuna, cioè in primavera, questa gemma, dopo alcuni giorni di riposo, al pari d' un seme confidato al terreno, si dispone a germinare, apre le scaglie e mostra le prime foglioline, in pari tempo manda dalla base i prolungamenti radicali sulla superficie dell' alburno. Questo è l'innesto che dicesi ad *occhio vegetante*;

Digitized by Google

ad *occhio dormiente* si pratica alla fine d'agosto, ed in allora non germina, come germinano o non germogliano le altre gemme della pianta, e succede soltanto il radicamento della base nell'alburno. L'occhio dormiente è un seme o gemma il cui germe non ha compiuto il periodo di vita embrionale; il vegetante all'incontro è quello che ha oltrepassata quest'epoca e che può germinare appena che trovi le opportune condizioni.

Da qual parte prende l'alimento questa gemma? Dall'alto o dal basso della pianta, dalla corteccia o dal legno? —Non abbiamo che ad osservare il fatto per dare una conveniente risposta. Nell'innesto ad occhio, segnatamente se dormiente; si conserva una piccola porzione di legno o di vegetazione al disopra del punto ove fu praticato, ma negli innesti a marza, a corona, ed a canello tutta la parte superiore all'innesto è tagliata.

Dunque dall'alto nulla può ricevere, mancando le foglie le quali, secondo i fisiologi, preparano il cambio; manca ogni parte che ve lo trasmetta; e l'aderenza che si procura nella parte inferiore fra la corteccia innestata e quella del soggetto non può avere alcuna importanza, se l'umor nutritivo plastico viene dall'alto e non dal basso. — Ammesso che l'umore venga dal basso, sarà fornito dal legno o dalla corteccia? — Perciò si osservi dove mandi le radici la base della gemma innestata: essa è adagiata sull'alburno, e da questo dovranno le radici prendere l'umor nutritivo, e non già dalla corteccia la quale, in quelle condizioni compie soltanto l'ufficio di copertura.

E questo umor nutritivo dovrà essere ascendente, non essendovi superiormente all'innesto alcuna parte che ne fornisca di discendente; e dev'essere di già elaborato, poichè nessuna foglia esiste al disopra del punto innestato, nè lascia il benchè minimo deposito di materiali che si possano considerare inutili. Se dunque nulla con-

tiene d'inutile, se è elaborato e nutritivo senza il soccorso delle foglie, bisogna ben dire che l'umore entri nella pianta, elaborato da tutt'altr'organo, o che, in assenza di foglie, le radici della gemma prendono alimento dal legno istesso.

Mi domanderete a che serve l'aderenza delle due corteccie, quella cioè della parte innestata con quella del soggetto. — Per intanto mi limito a dire che questa aderenza è necessaria per impedire l'essiccamento dell'alburno, segnatamente al disotto dell'innesto. L'aderenza perfetta, ossia la formazione d'uno strato corticale continuo, avviene sol dopo un certo tempo, essendochè da principio, e segnatamente negli innesti ad occhio (a scudetto e canello), la parte parenchimatosa verde della corteccia del soggetto non va precisamente a contatto coll'identica parte della corteccia dell'innesto, ma piuttosto viene a sovrapporsi all'epidermide di quest'ultima.

Del quando e perchè sia poi necessario che si stabilisca una comunicazione fra le due corteccie lo vedremo in seguito.

Le radici della gemma innestata si comportano sul legno del soggetto come le radici dell'analoga pianta nel terreno, fuorchè le gemme innestate prendono dai materiali del legno, o dall'umore che per esso ascende, quelle sostanze che gli sono necessarie.

Se sopra un soggetto s'innestano gemme di specie diverse, ognuna d'esse prenderà dal legno quelle sostanze che gli sono specialmente necessarie, variabili in qualità o proporzione a norma della diversa specie di ciascuna.

Le radici delle gemme si comporteranno in pari modo di quelle che sono nel terreno, cioè eserciteranno sul legno l'opportuna scelta dei materiali. Anzi come non tutte le piante riescono egualmente bene in tutti i terreni, così anche le gemme innestate, o seminate sul le-

Digitized by Google

gno, non riescono egualmente bene sopra quello di qualunque pianta.

Le prime devono trovare nel terreno, e le seconde sul legno, i materiali opportuni alla speciale costituzione dei proprj germogli. Gemme di piante di diversa specie, innestate sopra un solo soggetto, ci rappresentano tanti individui separati, esercitanti ognuno un modo speciale di nutrizione. Le gemme d'una pianta non innestata ci rappresentano invece individui identici, ma che pure hanno una vita indipendente gli uni dagli altri, al pari delle gemme innestate.

Quali sono le conseguenze di tal modo di considerare le gemme relativamente all'innesto? — A me sembrano le seguenti: 1° Che l'innesto riuscirà sol quando trovi nel legno del soggetto le sostanze opportune alla costituzione speciale del proprio organismo. 2° Che erronea è la regola comune dell' osservare l' identità della corteccia fra il legno delle due specie, per ottenerne un criterio di riuscita. 3° Che indispensabile e più sicuro all'incontro è il criterio dell' identica composizione delle due piante, fornitoci dall' analisi chimica. 4° Che un soggetto può nutrire varj innesti purchè abbia in sè gli opportuni materiali. 5° Che ogni germoglio di gemma innestata, scegliendo speciali sostanze e funzionando separatamente, conserverà, senza bisogno di meravigliose congetture, la propria individualità, cioè colore, sapore, forma, e propria composizione, come conservano i particolari caratteri varj semi vegetanti entro un ristretto spazio di terreno. 6° Che se le foglie, per la loro configurazione e struttura, hanno, come dissi al § 27, influenza sulla scelta, potremo dall' analogia della loro configurazione, disposizione e qualità, avere un miglior indizio della qualità di componenti della pianta, e quindi della riuscita dell'innesto.

Anche le conseguenze che l'innesto esercita sul sog-

getto vengono a conferma di quanto fu esposto, cioè che l'umor nutritivo è l'ascendente, e che ogni gemma, ogni germoglio, ogni ramo può considerarsi quale un individuo separato. — L'innesto generalmente mette a frutto più prontamente la pianta, ed ingrossa i frutti in confronto di quelli che dapprima portava il soggetto, o se di specie identica (pero, per es., sopra pero), ma toglie vigore, ed abbrevia la vita della pianta. — Perchè l'innesto, mentre produce una maggiore e più pronta fruttificazione, non che ingrossamento di frutti, indebolisce la pianta? Una più pronta, e voluminosa fruttificazione non è pur d'essa un' indizio di vigoria? O vi sarebbe qualche contraddizione in natura?

Col nostro modo d'intendere la circolazione e la nutrizione ne' vegetali facile diventa la spiegazione. La cicatrice, o cicatrici che risultano dall'operazione dell'innesto a spacco, in corona ed a canello, suppongono un'interruzione del sistema ascendente, la quale produce lo stesso effetto delle piegature dei rami, delle legature, incisioni, e fratture, cioè diminuisce la produzione legnosa al disopra del punto nel quale sono le cicatrici. Germogli che diverrebbero succhioni tentano di sorgere al di sotto, ma vengono dall'arte mano mano levati, e la pianta non vive che colle parti verdi che più difficilmente sorgono sui germogli dell' innesto. Queste cicatrici, e la minor produzione di parti verdi sono finalmente la causa d' un più pronto deperimento della pianta. A tale riguardo vediamo che l'innesto ad occhio è quello che riesce di minor danno per la durata della pianta. Se poi alle cause testè accennate si aggiunge che la produzione de' fiori è a scapito della produzione fogliacea, e che i fiori ed i frutti, quand'abbiano perduto il color verde sono inetti ad assorbir acido carbonico, facile ci sarà l'intendere il più pronto deperimento d'una pianta innestata in confronto d' altra consimile non innestata.

Se dunque la pianta deperisce, come mai s'ingrossano i frutti? — Le stesse cause che impediscono il libero corso dell'umor ascendente, incagliano anche la libera discesa dell'acido carbonico per lo strato corticale. Quest'acido, come si sa, è la base di tutte le sostanze acide, subacide o dolci dei frutti, e sembra che sia trattenuto in tutto od in parte a profitto del frutto, ossia all'elaborazione e formazione di dette sostanze. Che poi l'acido carbonico assorbito dai frutti verdi non vada a profitto della nutrizione, possiamo almeno dubitarlo, scorgendo che piante o rami che portino soltanto frutti, sebben questi sieno verdi, finiscono col perire, e che frutti assolutamente terminali non sussistono o cadono prima di perdere il color verde. Il frutto verde non supplisce la foglia: il frutto vive coll' umor discendente per fibre corticali; le gemme da legno coll'umor ascendente.

Per ultimo, una prova che il legno d'una pianta può rassomigliarsi al terreno per rispetto alle gemme o germogli che porta, l'abbiamo nelle *piante parassite*. Queste piante non mandano le loro radici nel terreno, ma le distendono soltanto sulla parte della quale traggono il loro nutrimento: anzi, a norma della diversa composizione chimica delle varie piante e delle varie loro parti, diversificano pure le specie degli esseri parassiti. In altri termini le piante o le diverse loro parti alimenteranno solo quei parassiti che in esse trovino i materiali opportuni.

Le piante parassite, siano pur causa od effetto di alterazioni nella composizione delle parti affette, riusciranno di tanto maggior danno quanto più si mostreranno in basso del tronco, quanto più voluminosa sia la loro vegetazione, e quando richiedano materiali appartenenti a parti non scomposte, ossia quanto più sottraggono di materiali utili all'organismo vivente della pianta.

I vegetali parassiti fanno poi deperire più prontamente

le piante, poichè si nutrono esclusivamente del legno, laddove l'innesto dopo alcun tempo può in parte vivere a spese del terreno, o per lo meno s'appropria quanto viene elaborato dalle radici del soggetto.

Qui potrebbesi domandare quali materiali elaborino le radici d'un soggetto il quale, unitamente alle foglie dell'innesto, conservi porzione delle parti verdi dei proprj rami; e quali materiali si elaborino dalle radici d'un soggetto fornito soltanto con parti verdi dei rami provenienti dall'innesto, il quale sia di specie diversa nell'uno e nell'altro caso. — Una risposta plausibile non manca, ma bisogna riprendere la quistione allo scopo di meglio raggiungere il nostro intento.

Noi abbiamo procurato di mostrare lo sviluppo del germe, la tessitura del legno, ed in qual senso muovasi per esso l'umor ascendente; abbiamo provato, che l'umore nutritivo è quello che ascende pel tessuto legnoso; abbiamo veduto che la vegetazione d'una pianta si può risolvere in quella separata di ciascuna gemma, considerandole come germi seminati sull'alburno. Si è detto, parlando dell'innesto a gemme, come proceda la germinazione ed il germogliamento delle gemme che sorgono sul tronco o sui rami, e da qual parte prendano il nutrimento. Ora ci resta a dimostrare come le gemme d'una pianta, dopo un certo tempo, non si possano considerare come esseri parassiti, concorrendo esse medesime ad aumentare i materiali che introduconsi nella pianta a profitto del volume di questa. Se si osserva quanto avvenga appena al disotto del punto dove fu praticato l'innesto, si vedrà formarsi un ingrossamento procedente in basso a guisa di V; questo ingrossamento però cessa d'aumentare, allorquando la corteccia dell'innesto siasi perfettamente congiunta e riunita colla corteccia del soggetto.

Ebbene, esaminando quell'ingrossamento si scorge es-

sere egli formato dallo sviluppo del polo inferiore della gemma, ossia dalle radici che svolgonsi dalla base di quella, mentre il polo superiore mostra il germoglio. Queste radici continuano ad estendersi sull'alburno, allo scopo di prendere da esso una sempre maggior quantità di nutrimento per l'allungamento del germoglio; ma in pari tempo tendono verso terra, obbedendo al naturale impulso. Nel mentre che portansi verso terra, incontrano le fibre del così detto libro della corteccia, vi s'intrecciano, vi si uniscono, ed allora cessa l'ingrossamento soprannotato.

Nell'innesto adunque la cura di mantenere a maggior prossimità possibile le due corteccie, è fatta non solo per tener ricoperto intieramente il sottoposto alburno, ma eziandio per facilitare l'intreccio e la riunione degli organi discendenti della gemma innestata colle fibre del libro, dinotando l'osservazione pratica che, in seguito a ciò, cessa quell'ingrossamento che deforma la ferita praticata, e, quel che più importa e che noi già possiamo asserire, quella specie di parassitismo ch'esercitava la gemma innestata sull'alburno del soggetto. Queste cessazioni ci fanno accorti incominciare da quell'epoca una nutrizione per alimento presso del terreno, ed un concorso nell'assimilazione di materiali tolti al terreno.

Quindi, una pianta che abbia parti verdi provenienti soltanto dalla gemma innestata, prenderà dal terreno quei soli materiali che abbisognano per l'ulteriore sviluppo di questa; se le parti verdi saranno in parte del soggetto ed in parte di gemme innestate, ogni germoglio s'approprierà i materiali opportuni, poichè ogni gemma, sia innestata che propria della pianta, funziona isolatamente, tanto allorchè può considerarsi parassita vivendo a spese dell'umore trasmessovi dal legno, quanto allorchè abbia spinto le proprie radici nel terreno o che le abbia anastomizzate con altre che già vi giungevano. — Le prove

che ogni gemma faccia da sè sono molte, ed io riporterò sol quelle che ognuno può riconoscere. Quando sopra un dato soggetto sia chimicamente possibile l'innesto di gemme di specie diverse, ogni germoglio conserva la forma propria di ciascuna specie o varietà, non che il sapore dei frutti. Una gemma innestata che non trovi sul legno del soggetto l'umore contenente gli opportuni materiali, muore; ma se per avventura si trovasse in tal posizione da mandar prontamente le radici nel terreno, potrebbe germogliare come le altre.

Gemme di specie diverse innestate sopra un medesimo soggetto non incominciano e non cessano dal vegetare tutte contemporaneamente, ma in primavera, ciascuna germoglia nel momento che germogliano le piante dell'identica specie; ed all'avvicinarsi dell'autunno ogni germoglio cessa dal vegetare nell'epoca sua propria.

In una pianta che abbia rami diversamente esposti, come succede di alcune viti che ricoprono due diversi lati d'una casa, le gemme che muoveranno per le prime in primavera saranno quelle che godono dell'esposizione più calda.

Se presso un muro di cinta, diretto da Levante a Ponente, ed esposto per conseguenza da un lato a Mezzodì e dell'altro a Tramontana, collocate una pianta da un lato ed altra d'egual specie dall'altro, e poi fate passare per un foro ad ambedue il tronco di lato opposto, muoveranno per prime le gemme del tronco tirato a Mezzodì quantunque abbia le radici a tramontana. Nei cortili poco soleggiati le piante muovono prima delle identiche esposte in aperta campagna alla pienezza de' raggi solari. La stessa pianta la quale abbia rami che tocchino in parte qualche muro ed in parte no, le gemme che toccano il muro muoveranno prima delle altre, e tanto più presto quanto maggior calore riceveranno.

Di due rami d'una pianta, di due gemme d'uno stesso

ramo, fate in modo che un ramo od una gemma sia difesa dal freddo jemale, e questo ramo o questa gemma potrà fors'anche vegetare, se la temperatura lo permette, mentre l'altro ramo o l'altra gemma non darà indizio di vita.

È la temperatura ricevuta da ciascuna gemma in particolare, e non la comunicata dal terreno alle radici, quella che determina il principio ed il fine della vegetazione (§ 32).

Nel libero invadere dell'oidio, e nella solforazione di una sol parte dello stesso gambo di vite, si riscontrò che una parte di essa non può essere colpita o guarita ed altra no.

§ 37. — Che sia la corteccia.

Le fibre corticali sono fibre radicali.

Pertanto io ritengo le fibre del libro, siccome fibre radicali, o prolungamenti delle radici, sviluppantisi dalle gemme, e tendenti a portarsi nel terreno per elaborare il nutrimento, o ad intrecciarsi, unirsi ed anastomizzarsi colle preesistenti, allo scopo di abbreviare questo cammino verso terra.

Raspail riteneva a torto che la parte corticale della pianta fosse la parte più vecchia, esaurita, spinta all'infuori dall'interno aumento del legno. — Ei non osservò quanto sia distinta l'esistenza e la struttura del legno, dalla esistenza e struttura della corteccia. — Infatti se questa fosse legno vecchio esaurito e spinto all'infuori dall'interna produzione, la struttura di tutto il legno, dall'esterna epidermide della corteccia sino al midollo, non dovrebbe essere diversa; non sarebbe così evidente quel brusco salto di struttura e consistenza che esiste tra il libro e l'alburno, ma il tutto andrebbe gradatamente modificandosi dall'interno all'esterno.

Non credasi però che questa separazione fra la struttura della corteccia e quella del legno venga ad invalidare la nutrizione per l'umor ascendente. Il legno si nutre dall'interno all'esterno, dal basso in alto, e l'ultima superficie sulla quale l'umor ascendente esercita la propria azione è l'alburno; e lo strato corticale che lo ricopre, senz'esservi riunito, rappresenta un complesso di parti aventi un proprio modo di comportarsi, e che diversifica da quello pel corpo legnoso.

Il così detto libro, secondo me, è un tessuto formato dall'intreccio e riunione di varie fibre radicali, o radici, che dalle gemme della pianta si portano al basso in cerca del terreno.

La materia parenchimatosa verde, che vi è interposta, mostrerebbe la presenza dell'acido carbonico atmosferico al pari di quella interposta fra le nervature delle foglie.

L'epidermide superficiale è paragonabile alla cuticola od epidermide animale, la quale serve solo a diffendere le sottoposte parti da un troppo libero contatto cogli agenti esterni. Ho detto da un troppo libero contatto, poichè, tanto l'epidermide animale quanto quella vegetale è munita di fori, detti in quest'ultima lenticelle, destinate a permettere una specie di respirazione o traspirazione delle parti superficiali. Quest'epidermide, siccome la più esposta agli agenti esterni, facilmente perde la propria vitalità, si dissecca, cade o resta in posto ingrossandosi con altra che si organizza al disotto a spese delle parti superficiali.

L'epidermide è guasta eziandio per l'aumento delle parti sottoposte, producendovi screpolature tanto in senso longitudinale quanto in senso trasversale. Nei punti denudati vien riprodotta dalle parti sottoposte; e nelle parti cui resta aderente, è raddoppiata da quella che si forma immediatamente al disotto.

Coll' invecchiare della pianta l'epidermide liscia scompare, e lo strato superficiale che difende le parti sottopeste vien costituito delle parti corticali deperite ed in via di deperimento, dapprima colla parte parenchimatosa rimasta a nudo e disseccata, e col tempo anche con parte delle fibre radicali discendenti. Vediamo infatti nel platano staccarsi a larghe piastre la parte parenchimatosa della corteccia; nel quercus suber, o quercia a sughero, rendersi esterna senza però staccarsi; nei pini silvestri, nella vite ed in quasi tutti gli alberi a foglie caduche la parte esterna s' ingrossa col mezzo di materia parenchimatosa e fibre radicali deperite, e presenta quelle screpolature che inevitabilmente devono succedere per lo sforzo esercitato dall'aumento del legno sopra una parte, che deperita, non può più distendersi.

Per convincerci che la parte più superficiale della corteccia, dapprima rappresentata dall'epidermide, indi in maggior quantità dalla materia parenchimatosa disseccata od esaurita fra un ciclo e l'altro di vegetazione, viene anche ad ingrossarsi per effetto delle fibre radicali che più non funzionano, basta osservare in quali piante si manifesti più facilmente questo ingrossamento di corteccia. Sarà quindi facile il riconoscere che ciò avviene segnatamente in quelle piante che perdono i rami vecchi e con essi le gemme che vi germogliavano, come i già accennati pini silvestri; quelle che vanno soggette ad un frequente scalvo; e quelle che, essendo in via di deperimento, perdono un maggior numero di gemme germoglianti di quanto ne acquistino. Finalmente maggior corteccia fanno le piante che hanno un riposo jemale che non quelle dei climi a vegetazione continua, ove le gemme non cessano dal germogliare. Indurimento ed ingrossamento di corteccia si ha ogniqualvolta le fibre radicali e la parte parenchimatosa venga a soffrire ed a perdere la propria vitalità, come in seguito all'in-

vasione d'insetti, o di esseri parassiti, muffe, muschi, licheni, i quali abbiano succhiata la corteccia per nutrirsi. Si osservino i gambi di vite presi dall'oidio e si vedrà, che dai più guasti, alla primavera seguente si distacca una quantità di corteccia; il qual distacco, ritenendosi da taluno effetto di vigoria, lascia sperare che la vite sia guarita: ma alla fin di maggio si vede che dove maggiore fu il distacco della corteccia maggior eziandio fu il danno arrecato alle piante. — In tutti questi casi le gemme dei rami che muojono naturalmente, che più non danno germoglio, e quelle che furono esportate col taglio, perdono parte delle loro radici, e queste vanno ad aumentare la parte corticale più esterna. Ho detto parte delle loro radici, poichè non è a credere che tutte le fibre radicali delle gemme che più non esistono o non germogliano, disecchino tutte, e tutte vadano ad aumentare la parte più esterna; molte di esse si anastomizzano con quelle delle gemme ancor viventi, come succede dopo alcun tempo nelle fibre radicali dell'innesto.

Il sostenere che le fibre corticali siano fibre radicali, provenienti direttamente dalle gemme, od indirettamente per via d'anastomosi con altre fibre presistenti potrebbe supporsi uno sforzo d'immaginazione. Importa quindi l'addurne le prove. Queste le troveremo nella direzione delle suddette fibre, negli effetti prodotti dalle lesioni di continuità della corteccia, in quelli prodotti da ostacoli al libero loro distendersi, nella stretta relazione che esiste fra le radici ed i rami, fra le foglie e le spugnette e succhiatoj, e finalmente nel modo assai diverso di comportarsi della gemma da legno in confronto di quella da fiore.

Per quanto si riferisce alla direzione, nessuno negherà che esse procedono dall'alto al basso, cioè dalla base della gemma, del germoglio, o del ramo verso la parte inferiore della pianta, cioè verso le radici. Per convincersene

basta piegare in basso un ramo giovane d'una pianta a legno non troppo consistente, procurandone con opportuno movimento il distacco; con ciò il ramo, nello staccarsi, trascina seco, forse sino alla base, una lista più o meno rilevante del legno sottoposto. Ma se all'incontro si volesse staccare un lembo di tessuto legnoso dal basso all'alto, il distacco sarà il più delle volte impossibile comprendendo fibre discendenti di più rami. Se trattasi d'un germoglio che si voglia staccare piegandolo in basso, il lembo sarà tanto più breve, e quasi appena innicchiato nel legno, quanto più il detto germoglio sarà di una data più recente. La talea così detta a *talone* non è altro che la parte inferiore del germoglio d'un ramo non troppo vecchio, munito della base d'inserzione, e d'una porzione delle dette fibre discendenti. Questa sorta di talea si pratica singolarmente coll'ulivo.

Ma una prova evidentissima la si avrebbe osservando come si comporti un germoglio od un ramo a corteccia non troppo indurita, quando naturalmente od artificialmente trovi un impedimento al libero spingere in basso le dette fibre radicali. L'osservatore deve tener conto di quanto avvenga sopra e sotto il detto ostacolo. —

Si faccia una legatura che comprenda tutta la circonferenza d'un tronco o d'un ramo a corteccia non troppo grossa nè indurita, oppure si facciano delle incisioni circolari, comprendenti tutto lo spessore dello strato corticale, o si levi un'anello di corteccia. — Dopo alcun tempo si vedrà che il lembo superiore, o porzione superiore all'ostacolo, s'ingrossa e si rigonfia maggiormente che non avvenga dell'inferiore. Se si osserva quali siano le parti ingrossate si scorge che il legno non ha subito alcuna variazione, poichè la direzione dell'umor nutritivo per raggi midollari avrà in egual modo nutrito tanto la parte superiore quanto l'inferiore. Solo la parte corticale del lembo superiore si sarà ingrossata per effetto dell'accumulamento delle fibre radicali.

Se si guarda come proceda il rimarginamento delle ferite nella corteccia si osserverà certamente che, sul principio, il lembo che s'ingrossa per ricoprire la ferita è quello superiore, indi i due laterali, i quali in seguito s'avanzano più rapidamente che non il lembo superiore, mentre il lembo superiore rimane quasi stazionario finchè i lembi laterali non lo ajutano colle loro fibre.

Questo fenomeno finora servì a spiegare l'aumento delle piante in modo precisamente opposto a quello da me esposto. — Il lembo superiore ingrossava maggiormente per effetto dello sforzo esercitato del cambio discendente, il quale depositava un nuovo strato d'alburno ed anche di libro. Questa è la prova più importante di chi sostiene l'elaborazione dell'umor ascendente per mezzo delle foglie, la plasticità dell'umor discendente detto cambio, e l'aumento de' vegetali per sovrapposizione di strati, per inspessimento e solidificazione di detto cambio discendente.

Si applichi un vaso contenente terra all'intorno della strozzatura, o dell'incisione circolare, come si usa nella margota, e vedremo che da questo lembo superiore maggiormente ingrossato escono le radici, e non mai dall'orlo o lembo inferiore, sebbene esso pure nelle medesime condizioni. — Sull'orlo superiore esercitano uno sforzo gli organi discendenti, cioè le fibre radicali, le quali escono in traccia di quella condizione che, dopo un più lungo cammino, troverebbero nel terreno. — Se però dal lembo inferiore non escono radici, sebbene in contatto della terra, tolta questa o non applicata, escono invece gemme e germogli che si fanno strada attraverso la corteccia.

Perchè adunque dal lembo superiore escono soltanto radici, e dall'inferiore soltanto germogli? Forse il cambio discendente è atto soltanto a produrre radici quando sia trattenuto nel suo corso? — Come mai potrebbersi

sviluppare germogli, ed aumentare il legno al disotto dello stringimento, se non vi arriva il cambio trattenuto al dissopra?

Si adotti la mia opinione, e la spiegazione verrà da sè.

A convalidare l'opinione che il libro consti dell'intreccio delle fibre radicali, discendenti dalle gemme, abbiamo altri fatti. Questi sono gl'ingrossamenti o rilievi che percorrono pel lungo il tronco delle piante da quella parte che per avventura abbia maggior copia di rami e di foglie, e specialmente ove corrispondano grossi rami succhioni. Questi ingrossamenti, che alterano la rotondità della circonferenza del tronco, talvolta sono tali che ricoprono ed incastrano alcune liste più o meno lunghe di corteccia, segnatamente se questi rialzi siano tra loro ravvicinati. Simili rialzi certamente non ponno essere formati da un umor discendente, che equabilmente o quasi equabilmente dovrebbe distendersi sotto la corteccia, ma evidentemente sono formati da fibre discendenti. Il tronco de' pioppi e del carpino ci mostrano questi rialzi.

Finalmente la stretta relazione che vediamo mantenersi fra le diverse parti aeree della pianta colle parti sotterranee, prova essa pure indirettamente l'indipendenza di ciascuna gemma o ramo d'una pianta, e come la parte sotterranea rappresenti (mutati gli organi più esterni secondo il mezzo) quasi esattamente la parte aerea; e come la loro azione sia proporzionale a quella di ciascuna, cioè che i succhiatoi agiscono in proporzione dalla quantità delle foglie, e queste in maggior quantità si svolgano e meglio agiscano, in proporzione della quantità di quelli. — Non è raro il vedere che quando una pianta si trovi in condizioni tali da poter stendere con maggior facilità le proprie radici da un lato piuttosto che da un altro, o che trovi miglior terra

dall'una che dall'altra parte, da quel lato e da quella parte riscontrasi pure una maggiore vegetazione aerea (rami e foglie). — Come pure, allorchè ad una pianta soggetta a taglio regolare, per una maggior fruttificazione o per avere una vegetazione ugualmente distribuita sopra ogni punto de' rami, si lasci per avventura una maggior quantità di rami, o rami più lunghi in un punto che negli altri, in breve tempo vediamo sconcertato l'equilibrio vegetativo nella pianta, e maggior vigoria mostrarsi dal lato più abbondante di rami. a scapito della restante vegetazione. Da qui la pratica del taglio ben regolato per mantenere i gelsi, gli agrumi, e molte piante fruttifere con un'uniforme vegetazione sopra ciascun punto. Da qui l'uso di rispettare le radici e di disporle equabilmente nel terreno all'epoca dell'impianto, preparando contemporaneamente col taglio anche una buona distribuzione ne' rami. Se si guastano a bella posta da un lato le radici d'una pianta, o se si sfogliano i rami soltanto da un lato, vedremo immediatamente squilibrarsi la vegetazione della pianta, indicando coll'estrema evidenza la stretta relazione che esiste tra le foglie ed i succhiatoj delle radici, ossia che un organo influisce tanto aumentando quanto diminuendo l'azione dell'altro, a norma delle diverse circostanze naturali od artificiali. — Non si dimentichi però che in principio di vegetazione sono le parti che acquistano il color verde, o che respirano asssorbendo acido carbonico, quelle che danno il primo impulso d'azione ai succhiatoj; come sono i polmoni primi organi che funzionano nella vita propria del neonato negli animali.

§ 38. — Differenza fra gemma da legno e gemma da fiore. — La gemma da fiore è sempre una gemma parassita.

Ora ci si domanderà quale differenza passi fra una gemma da legno ed altra da fiore, sia per riguardo alla produzione, sia per riguardo all'effetto che può esercitare sul legno o sul terreno. — Io qui non voglio entrare nell'arduissima quistione del perchè una gemma si disponga a dar fiore ed altra a dar legno; disposizione la quale può essere riconosciuta anche prima dell'aprirsi delle scaglie. Allo stato rudimentale queste gemme devono essere identiche, e solo si modificano collo svilupparsi maggiormente dell' embrione. Quattro stadj pertanto considereremo nella gemma da fiore, cioè quello di gemma, quello di fiore, quello nel quale l'ovario conserva il color verde, e finalmente quello di frutto maturo. Nello stadio di gemma essa è assolutamente parassita come qualunque altra gemma.

Si è detto che tutte le gemme possono considerarsi quasi esseri parassiti viventi a spesa del legno, al quale tolgono senza compenso quanto abbisogna pel loro sviluppo, finchè non abbiano intrecciate le loro fibre radicali appena sviluppate con quelle già esistenti, oppure che non abbiano mandato sino al terreno le loro proprie fibre. — Or bene, la gemma da fiore, appena che siasi aperta, perde nel calice ogni parte verde che valga a sviluppare un sistema radicale, epperò continua ad essere parassita. Allora, se il fiore è unisessuale e maschio, cade dopo aver servito alla fecondazione; ma se è ermafrodito od anche femmineo, si conserva, conservandosi coll'ovario una parte verde. — Ma il verde conservatosi dell'ovario viene esso pure convertito a favore della nutrizione, cioè per un prolungamento radicale? A me sem-

bra di no. L'acido carbonico che evidentemente vien assorbito dall'ovario, come lo dimostra il detto color verde, serve piuttosto alla costituzione del frutto, che alla nutrizione della pianta.

Abbiamo visto che le piegature, torsioni, legature, incisioni, ecc. sono operazioni praticate per favorire l'allegamento e l'ingrossamento de' frutti, avendo esse appunto per effetto il trattenere una maggior quantità d'acido carbonico superiormente al punto nel quale vennero praticate; il che, se riesce di vantaggio al frutto, riesce in pari tempo di scapito alla nutrizione della pianta, essendo diminuita la quantità d'acido carbonico che dovrebbe recarsi ai succhiatoj delle radici. Nelle piante a radice tuberosa o carnosa, il guasto delle parti verdi influisce non solamente sulla nutrizione della pianta, ma eziandio sulla composizione della radice o del tubero, d'onde la meno facile conservazione.

La gemma che porta l'ovario verde è ancora un essere parassito, o non concorre alla nutrizione della pianta.— Allorquando poi l'ovario, per la sua giusta e normale costituzione o per condizioni meteoriche contrarie, più non assorba acido carbonico, e perda il color verde, ritorna intieramente parassito, poichè il frutto riceve dalla pianta quanto gli manca a compimento della propria composizione (§ 29). Ottenuto questo, al pari d'un fiore maschio, cade esso pure, o si altera e putrefa sulla pianta stessa.

La gemma da fiore adunque è sempre un essere parassito; essa non concorre mai a fornir acido carbonico alle radici; e trae dal legno tutto quanto non è acido carbonico, ma che con esso serve alla costituzione finale del frutto. Infatti, come già si è detto, frutti assolutamente terminali non sussistono. Inoltre, la gemma da fiore esercita una specie di scelta sull'umor ascendente, appropriandosi soltanto alcuni materiali nelle proporzioni e quantità opportune alla costituzione di ciascuno de' suoi

stadj. Non è quindi a stupirsi se le piante, quando fruttificano, vegetino meno rigogliosamente; e, se l'anticipare, favorire od aumentare la fruttificazione, equivalga a far deperire più prontamente la pianta.

Perciò i fiori possono mostrarsi anche prima delle foglie, poichè l'acido carbonico in quello stadio non è loro indispensabile.

Anche la gemma da fiore, al pari d'ogni altro germe, abbisogna di un certo tempo per predisporsi, cioè deve essa pure passare per uno stadio di vita embrionale.— Una prova di questo bisogno l'abbiamo nel modo di fruttificazione delle piante a frutto tardivo od a frutto primaticcio. Si osservi cosa avvenga colle piante di pomo a frutto primaticcio od a frutto tardivo. Le prime, se condizioni meteoriche non le contrariano, quantunque crescenti liberamente, sono quasi ogni anno munite d'una egual quantità di fiori, avuto riguardo all'aumento delle piante; le seconde, a frutto tardivo e che pure crescano liberamente, suolsi dire che fruttificano un anno sì ed altro no. Di questo fatto s'è voluto dar la colpa al guasto prodotto nella gemma continua (fr. lambourde), pel quale, specialmente nel pomo, se ne levi o se ne guasti una certa porzione. Questa è una circostanza che in parte è vera, ma quand'anche si adoperi la massima cura nel cogliere il frutto, in seguito ad un anno abbondantissimo ne sussegue costantemente un altro assai scarso, singolarmente pel pomo e per l'ulivo. — Nell'anno di frutto abbondante la vegetazione legnosa è quasi nulla, laddove è abbondante nell'annata di scarsi frutti. E ciò è causa non solo del deperimento della pianta, come si è già notato, ed al quale la natura rimedia con anno scarso di frutti, ma eziandio del non potersi predisporre altri germi da fiore, convertendosi le opportune sostanze a vantaggio della fruttificazione in corso; queste sostanze possono ciononpertanto predisporsi, quando la fruttificazione sia primaticcia.

Egli è perciò che un taglio appropriato delle piante fruttifere, od anche un artificiale distacco di parte dei frutti, può essere raccomandato allo scopo di conservare una certa relazione od equilibrio fra la produzione del legno e la fruttificazione, dirigendo la vegetazione in modo che alimenti il frutto, e favorisca un contemporaneo sviluppo di gemme da legno che servano alla nutrizione della pianta.

A questa regola, sebbene in modo meno evidente, non fanno eccezione nè pure le gemme miste, quelle cioè, ch'entro lo stesso anno producono germoglio e fiore; per es., nelle viti e nel lampone, dopo un anno d'abbondante frutto, ne sussegue certamente uno più scarso, tenendo pur conto anche della minor vegetazione o produzione legnosa.

§ 39. — **Differenze fra le monocotiledoni e le dicotiledoni. — Funzioni fisiologiche identiche. — Durata delle piante desunta dalla diversa loro struttura. — Quali siano le piante acotiledoni.**

Ci si domanderà se il modo finora esposto di considerare la struttura delle piante e di assegnare a ciascuna parte l'ufficio fisiologico, possa valere per tutte le tre grandi classi vegetali; ed io risponderò che la diversità di struttura non porta alcuna modificazione nell'ufficio fisiologico delle parti. — Frattanto dirò che la denominazione di monocotiledone, dicotiledone ed acotiledone è affatto arbitraria, essendo basata sopra un solo carattere, cioè la presenza o la configurazione della massa cotiledonare. — Cominciando dalle distinzioni d'interna struttura che si fecero fra monocotiledoni e dicotiledoni, annunzierò l'opinione di Desfontaines.

« Tutti i vegetali, ci dice, possono dividersi in due grandi classi 1.° quelli che non hanno strati concentrici distinti, e la

di cui solidità diminuisce dalla circonferenza al centro; che offrono il midollo frapposto ai fascetti fibrosi, senza raggi midollari, i monocotiledoni. 2.° Quelli che hanno strati concentrici distinti, la di cui solidità diminuisce dal centro alla circonferenza, che offrono il midollo racchiuso in un canale longitudinale con dei prolungamenti midollari disposti in raggi divergenti, e sono le dicotiledoni.

Perciò le dicotiledoni furono anche chiamate piante *esogene*, cioè che aumentavano per esterno deposito di materia legnosa, e le monocotiledoni si dissero *endogene*, cioè che aumentavano per interna produzione, contemporanea in tutto lo spessore del tronco.

In una diversa disposizione di parti risiede, secondo me, tutta la differenza fra le dicotiledoni e le monocotiledoni; nè mi allontano dalla definizione descrittiva del Desfontaines. Nelle monocotiledoni, la parte legnosa è costituita piuttosto da semplice tessuto cellulare, e le fibre corticali o radicali, invece di occupare l'esterno della pianta, sono più interne o mescolate al tessuto cellulare. Per es., nel fusto della meliga, del sorgo e del melgone, tutta la sezione del tronco è un misto di fascetti fibrosi e tessuto cellulare, ricoperto esternamente da una cuticula; il culmo delle canne, del frumento, riso, segale e consimili, è vuoto fra un nodo e l'altro, le fibre sono collocate verso la parete interna, s'intrecciano formando una rete o tramezza orizzontale sopra o sotto ciascun nodo, rendendosi più esterne al punto d'inserzione delle foglie, e la cuticola esterna è più lucente per una maggior quantità di silice. Il fusto delle palme, e d'altre piante monocotiledoni a foglie assai ravvicinate, nell'interno è costituito intieramente da tessuto cellulare, percorso dall'alto al basso dai fascetti fibrosi dipartentisi dall'inserzione di ciascuna foglia, per il che il tronco viene ad acquistare sempre maggior consistenza quanto più lo si considera nella parte inferiore.

Perciò, nelle piante monocotiledoni lo strato corticale non è distinto dal tessuto legnoso, ma tutto è confuso assieme, ad eccezione della epidermide la quale deve necessariamente ricoprire e difendere dagli agenti esterni il tessuto vegetale di qualunque sorta egli sia. — Del resto, la nutrizione succede egualmente per l'interno, passando l'umor nutritivo da una cellula all'altra del tessuto cellulare involgente i fascetti fibrosi.

Ora mi resta a mostrare come i fascetti fibrosi distribuiti per entro il tessuto cellulare, siano di natura fisiologicamente identica a quelli che compongono i fascetti fibrosi del libro nelle piante dicotiledoni. Si richiami a tal riguardo la disposizione e l'andamento dei fascetti nell'interno del fusto. Essi dipartonsi dall'inserzione delle foglie e si prolungano e s'intrecciano fra loro per entro il tessuto cellulare, formando delle tramezze nei tronchi divisi a nodi, aumentando nella parte inferiore e nei nodi inferiori del tronco.

Da qualunque punto della corteccia delle piante dicotiledoni noi possiamo far sorgere le radici, applicando terra sopra un punto della loro corteccia, o presentando alle radici quel che riscontrerebbero sol quando fossero giunte alla base della pianta, cioè nel terreno. — Osserviamo adesso da qual punto aereo d'una pianta monocotiledone sorgano naturalmente, o possiamo ottenere queste radici. Prendiamo una pianta a nodi, una canna, una pianta di melgone, la gramigna, od altra simile, adagiamola sul suolo o ricopriamola di terra, e, dopo l'opportuno lasso di tempo, osserviamo da qual parte siano sorte le radici. Esse costantemente usciranno dal punto che fu detto nodo, ove abbiamo osservata la tramezza di fibre che divide un internodio dall'altro; nel qual punto si rendono più esterne, come è mostrato anche dal color verde più intenso. Per tutto il tratto che sta fra l'uno e l'altro nodo non ne vedremo sorgere alcuna,

perchè rivestito da tessuto cellulare più denso, esso pure ricoperto da un'epidermide liscia, trasparente e non munita di lenticelle, come l'epidermide delle dicotelidoni. — Ogni spazio che esiste fra un nodo e l'altro può considerarsi come una porzione separata sovrapposta l'una all'altra, e riunita dall'intreccio di fibre al punto del nodo. Ognuna di queste parti è munita di una gemma, e può rassomigliarsi ad una tenia, ogni nodo della quale rappresenta un individuo separato.

In queste piante adunque le radici accidentali od avventizie non sono possibili che ai nodi, in corrispondenza dell'inserzione delle foglie, ove l'intreccio fibroso si rende esterno. Che anzi, come nelle canne, melgone, ecc., non è rado veder sorgere radici acree tutt'all'ingiro dei nodi che avvicinano il terreno, le quali sembra che fiutino o s' accorgano del terreno poco lontano, o, per meglio dire, sembra che risentano l'influenza del terreno anche a qualche distanza. D'onde l'utilità del rincalzamento.

Che queste fibre, oltre all'essere fibre radicali, siano veri condotti di acido carbonico, possiamo dedurlo dal color verde o verdastro che mostrano finchè la pianta si nutre coi materiali terrestri, cioè finchè vi sia una vera vegetazione. La corteccia liscia, lucente, trasparente non è forse tale pel solo scopo della solidità, ma eziandio perchè la luce, passandovi attraverso, eserciti qualche altra funzione importante sulle fibre radicali, le quali, per tal trasparenza, troverebbersi in condizioni non molto dissimili da quelle delle fibre più superficiali nella corteccia delle dicotiledoni.

A proposito di struttura diversa non voglio passare sotto silenzio alcune cose circa il criterio che comunemente si ha sulla durata della vita delle piante, e specialmente fra le così dette monocotiledoni e le dicotiledoni. Si è detto che le monocotiledoni ordinariamente

sono annue, o che durano tutt'al più finchè non abbiano fruttificato; che non ramificano e crescono solo per la gemma terminale, perchè le loro foglie non hanno picciuolo e formano una specie di estesa guaina intorno al fusto o culmo, per modo che soffocano ed impediscono lo sviluppo della gemma che sta presso la loro base. A me pare che tutto si asserisca per solo desiderio di distinguere e dividere, senza far attenzione, che ogni fenomeno dipende dalle diverse circostanze nelle quali si manifesta o si può manifestare.

Ammesso che la parte cellulare o legnosa d'una pianta, all'incominciare della vegetazione, serva qual parte nutrice del germe, che poscia compie l'ufficio d'organo conduttore e distributore dell'umor nutritivo ascendente, la continuazione della vita d'una pianta può dipendere dal sostituirsi nuovi germi a quelli deperenti o deperiti.

Allorquando il clima sospende la vegetazione per un tempo più o men lungo, essa si risveglia sol quando sianvi gemme capaci di germinare e germogliare; e la vegetazione verrà diminuita od affatto sospesa ogni qualvolta le gemme, per una circostanza qualunque, vengano a diminuire od a scomparire affatto.

Perciò allorchè il freddo e la siccità siano tali da distruggere, disorganizzare od essicare i germi gemme. la pianta morirà per tutta quella porzione che venne colpita. I guasti naturali od artificiali procurati all' alburno (gelo, fratture, parassiti od insetti), ponno essi pure determinare una soppressione o disorganizzazione d'un tratto più o men rilevante di rami e d'un numero maggiore o minore di gemme, quindi una parziale cessazione nella vita vegetativa della pianta. Così succede quando per una causa naturale od artificiale rimanga soffocato un certo numero di gemme, sia dalla disposizione delle foglie intorno al fusto od al germe, sia da coperture collocate artificialmente, sia da altre condi-

zioni che contrariano il loro sviluppo; come la corteccia troppo grossa, indurita, o che goda poc'aria e poca luce. — In quest'ultimo caso trovansi le gemme esposte al nord, quelle addossate a qualche muro od ostacolo che loro tolga il beneficio de' raggi solari ed un libero e rinnovato contatto d'aria, non che le gemme delle piante che per largo tratto crescano fitte tra loro. — Quando vuolsi ottenere lino o canapa a filo fino e lungo, si pratica una semina piuttosto fitta; la pianta cui è tolto dalle piante vicine il libero contatto del sole e dell'aria in basso ed ai lati, cresce soltanto per la gemma terminale, non trovandosi le laterali in condizioni opportune per isvilupparsi: nè altrimenti, ne' boschi fitti, le piante ramificano pochissimo lateralmente, crescono poco in diametro, ma raggiungono un'altezza maggiore.

Se artificialmente si ricopra un ramo od un tronco con paglia od altro che impedisca in tutto od in parte il contatto della luce o dell'aria, si può star certi che ben difficilmente svilupperannosi nuovi germogli sulla parte ricoperta. Se alla corteccia si applichi una vernice od altro che assolutamente ne impedisca la traspirazione, essa muore, e al disotto più non si svolgono le gemme. Ora chiamo l'attenzione sulla disposizione delle foglie nella maggior parte delle monocotiledoni; esse mancano di picciuolo, circondano colla loro base tutta la circonferenza del fusto o del culmo, e dalla base, ove sta la gemma, s'innalzano abbracciando ed involgendo per un tratto più o men lungo tutto lo stelo, in guisa che la gemma è ricoperta e si può dire soffocata. L'unica gemma libera è la terminale, e la pianta cresce per essa. Ma questa gemma, all'epoca opportuna, porta il fiore, cessa d'agire come gemma da legno, e la pianta, sprovvista di nuovi organi erbacei o verdi, cessa dal vegetare e muore maturando il frutto.

Questa morte delle monocotiledoni può avvenire in uno

o più anni, secondo che la pianta porti il fiore entro uno o più anni; ed è tanto più inevitabile quanto più presto fruttifera, cioè quanto maggior tempo resterebbe ancora alla pianta per vegetare nel medesimo anno. Altre piante che possono resistere ai nostri freddi jemali, morto lo stelo, conservano le radici vive, quali le canne, gli asparagi. E però da notarsi che ordinariamente le piante monocotiledoni, che vivono due o più anni, dopo il primo, o nell'anno della fruttificazione, non producono uno stelo ma piuttosto soltanto uno o più peduncoli da fiori.

Pertanto io considero un errore il ritenere che le monocotiledoni possano crescere soltanto per la gemma terminale; si allontanino le foglie dallo stelo, o le si tolgano, e le vedremo ramificare anche per sviluppo di gemme laterali.

Osserviamo ora, sotto questo aspetto le piante distinte col nome dicotiledoni. Esse pure vanno soggette alla stessa legge, cioè vivono finchè conservano gemme capaci di sviluppo, e muojono più o meno presto secondo che quelle vengano a mancare. Anche fra queste vi sono piante che vivono un solo anno, due, o più, e chi faccia attenzione, troverà sempre la durata in relazione col possibile sviluppo delle gemme. Le piante dette perenni, sarebbero anche tali allorchè nessuna circostanza venisse a scemare o togliere la vitalità delle gemme; queste circostanze parte naturali, parte accidentali e parte artificiali. — Naturali sono le condizioni di clima, la mancanza o deficienza dell'opportuno nutrimento, il modo di fioritura, le malattie delle foglie, le contusioni, ed altri guasti per venti, neve, ingrossamento od indurimento della corteccia. Accidentali talune condizioni meteoriche, i geli, le brine, e le nebbie in momenti inopportuni. Artificali il taglio, lo scalvo troppo frequente, la sfrondatura, le decorticazioni, od altri guasti. — Allorchè nessuna causa alterante interviene, le piante perenni,

sarebbero veramente perenni poichè, o le gemme non cesserebbero dal vegetare, come ne' climi caldi, o dopo l'una troverebbesi disposta un altra, e così via via.

Dalle condizioni nelle quali trovansi le gemme potremo adunque argomentare sulla durata della pianta, purchè questa trovisi in condizione tale da poter vegetare continuamente, oppur da riprendere la vegetazione sospesa. Le piante che aumentano soltanto per la gemma terminale, terminante da ultimo in fiore, sono paragonabili a quelli animali i quali, passano per diverse metamorfosi, e che, raggiunta quella della riproduzione, compiuto l'atto, muojono avendo perduto ogni organo destinato al semplice aumento. Quelli all'incontro che riproducono la specie senza cambiar forma, possono continuare a vivere e riprodurre nuovamente. Berti-Pichat ricorda un fatto attestato da Féburier col quale vorrebbesi provare che l'accrescimento in diametro del tronco, ha luogo negli alberi artificialmente spogliati de' loro bottoni, ma non in quelli ove, lasciate le gemme, vengono tolte tutte le foglie; ed aggiunge che questo rivela un lato debole del sistema di Gaudichaud.

Il suo promotore, Du-Petit-Thouars, affermò che le foglie non nutrono punto la pianta, e quindi lo sfogliamento degli alberi essere un mezzo di farne aumentare il diametro. Io penso al contrario, esattamente col De-Candolle, essere un mezzo certo di diminuire il loro accrescimento; almeno i coltivatori di gelsi che si sfogliano, prosegue egli, saranno di questo avviso. (*)

A tale proposito io credo che il fatto citato dal Féburier provi soltanto che le piante non ponno vivere senza foglie, e che le gemme possono essere levate, almeno sino ad un certo punto, poichè non rappresentano organi di nutrizione, ma piuttosto organi che si nutrono di quanto loro vien esibito dal tessuto legnoso.

(*) Berti-Pichat. Istituz. scientifiche e tecniche d'agricoltura. Libro V, pag. 1239 e 1240 e nota 1.

Ho detto fin ad un certo punto, poichè se si continua a levare costantemente tutte le gemme, non avremo nè germogli nè foglie, e la pianta morirà egualmente. Quindi l'opinione di Gaudichand sussiste pienamente. Che poi l'accrescimento del tronco abbia luogo negli alberi sfogliati, come sostiene Du Petit-Thonars, io lo credo in massima un errore. Una pianta che germogli liberamente per ogni parte aumenta in grossezza ed in altezza più che un'altra cui si levino gemme e foglie; sebbene tanto nell'uno quanto nell'altro di questi casi, la pianta aumenti forse proporzionatamente più in grossezza che in altezza, come ce lo provano appunto i gelsi e tutte le altre piante sfogliate.

Diciamo ora qualche parola sulle piante dette acotiledoni, nelle quali io riconosco soltanto quelle che sono interamente costituite da un diverso numero d'otricelli o cellule, per il che ogni lor parte può servire alla propagazione per suddivisione. Le acotiledoni vere non hanno foglie, ed hanno un diverso modo d'esistenza; esse sviluppansi anche nell'oscurità ove le altre piante morrebbero per incapacità ad assorbire acido carbonico, e dove esse pure forse non l'assorbono, come ce lo mostra la mancanza di color verde, come ne' licheni, muschi, funghi. A torto quindi io credo che le felci siansi considerate acotiledoni, cioè piante di tessitura cellulare; la disposizione interna, e la disposizione delle foglie attorno al tronco le fa piuttosto simili alle monocotiledoni, avendo esse pure fascetti fibrosi interposti al tessuto cellulare. Le felci non vegetano che all'aria libera come le altre piante, e, quando trovino una temperatura elevata che permetta un abbondante assorbimento d'acido carbonico, si fanno arboree, come le vediamo attualmente ne' climi tropicali o come ce le mostrano le antiche epoche geologiche.

In complesso, le piante dette acotiledoni o cellulari o

notturne meritano d'essere maggiormente studiate nella loro fisiologia allo scopo di meglio stabilirne la distinzione colle altre. E questa distinzione, più che nella presenza o mancanza di cotiledoni la troveremo nella reciproca azione della struttura e del modo di nutrizione. E credo di non essere molto lontano dal vero asserendo che le piante acotiledoni non assorbono acido carbonico, potendo vegetare nell' oscurità ed a temperatura più bassa delle monotiledoni e delle dicotelidoni.

CONCLUSIONE.

L'attenta osservazione sintetica de'fenomeni vegetali appoggia pertanto le seguenti conclusioni:

Le foglie assorbono e non decompongono l'acido carbonico atmosferico.

L'acido carbonico assorbito dalle foglie, per le fibre corticali del così detto libro, si porta ai succhiatoj delle estremità delle radici.

I succhiatoj delle radici, per mezzo dell'acido carbonico, elaborano i materiali per assimilarsi le sotanze nutritive.

L'azione digestiva dell'umore emesso dalle radici sui materiali terrestri, essendo una vera azione chimica, varia secondo la quantità e la qualità dei materiali cui viene a contatto.

L'energia del sugo emesso dalle radici varia a norma della quantità d'acido carbonico contenuto.

La quantità d' acido carbonico varia a norma delle condizioni in cui trovansi gli organi destinati ad assorbirlo, cioè a norma della loro forma e struttura, e del grado di temperatura atmosferica.

Le cause che contrariano l'assorbimento dell'acido carbonico, o che ne diminuiscono l'efficacia, diluendolo di troppo, agiscono sfavorevolmente sulla vegetazione.

Digitized by Google

L'assimilazione essendo un processo chimico, non tutti i materiali terrestri si comporteranno egualmente verso il sugo emesso da succhiatoj; e lo stesso materiale si comporterà diversamente a norma del diverso suo stato chimico e fisico.

Il terreno ha bisogno di preparati per rendersi atto alla nutrizione vegetale.

L'aria, l'umidità, il calore, la vegetazione, le sostanze organiche e specialmente le azotate, sono i principali agenti di preparazione.

Il volume presentato dai materiali nutritivi all'azione de' succhiatoj dev'essere in relazione col volume del sistema assimilatore.

La scelta è fatta da' succhiatoj, in base ad un'elettività chimica.

Queste prime conclusioni rendono incompatibile l'elaborazione dei materiali nutritivi per mezzo delle foglie, e la plasticità dell'umor discendente.

L'umor ascendente è il solo nutritivo, perchè già elaborato dalle radici.

I vegetali si nutrono per intussezione; ed aumentano contemporaneamente tanto all'interno che all'esterno.

Ogni gemma d'una pianta si deve considerare come vegetante isolatamente.

La gemma da fiore è un essere parassito, poichè non serve alla nutrizione.

Le piante monocotiledoni non differiscano dalle dicotiledoni che per una diversa distristribuzione di parti.

La durata delle piante può essere desunta dalla disposizione delle gemme.

FINE.

Digitized by Google

INDICE

PREFAZIONE . . . . . Pag. 5
INTRODUZIONE . . . . . » 7
§ 1. *Come siasi finora spiegata la nutrizione vegetale* » 10
§ 2. *Di una opinione esposta da Justus Liebig* . . » 12
§ 3. *Conseguenze del dubbio esposto* . . . . . » 15
§ 4. *Se le foglie decompongono l'acido carbonico atmosferico non sono paragonabili ai polmoni degli animali* » 16
§ 5. *Le foglie assorbono e non decompongono l'acido carbonico atmosferico* . . . . . » 17
§ 6. *Che debbasi pensare dell'acido carbonico esalato dalle foglie durante l'oscurità* . . . . . » 21
§ 7. *L'acido carbonico assorbito è in relazione colla quantità dei materiali assimilati* . . . . . » 22
§ 8. *Le foglie funzionano come i polmoni degli animali comunicando all'umor discendente la facoltà di nuovamente servire alla nutrizione* . . . . . » 26
§ 9. *Donde l'ossigeno esalato dalle foglie durante il giorno?* . . . . . » 27
§ 10. *Non si deve confondere assorbimento con assimilazione. — Prove* . . . . . » 28
§ 11. *L'assimilazione è un fenomeno complesso* . . . » 30

Digitized by Google

§ 12. *Se la nutrizione avvenisse per assorbimento, come mai le radici riceveranno le soluzioni de' materiali insolubili?* . . . . . Pag. 30
§ 13. *L'acido carbonico del terreno è insufficiente. Memoria del signor Pollacci* . . . . . » 33
§ 14. *Supposta la solubilità d'ogni materiale nel terreno, numerosi fatti provano che le soluzioni non nutrono.* » 39
§ 15. *Le soluzioni non nutrono; anzi sono nocive. Il terreno si oppone all'azione nociva delle soluzioni. Fatti agricoli che le soluzioni nuocono. Sperienze del dottor Cossa* . . . . . » 47
§ 16. *Supposto che le soluzioni nutrano, il terreno non le cede. Sperienze di Malagnti, Regnault, Thenard e Bustlein* . . . . . » 58
§ 17. *Il terreno non solo non cede, ma assorbe e trattiene. L'acido umico del Risler* . . . . . » 66
§ 18. *Combustione lenta ed umificazione* . . . . . » 69
§ 19. *Ancora l'acido umico del Risler* . . . . . » 73
§ 20. *Fatti comprovanti la facoltà assorbente del terreno.* » 76
§ 21. *Preparazione del terreno. Lavori, fognatura, sovescio e concimazione. Conseguenze pratiche.* - . » 80
§ 22. *Possibilità ed importanza della nitrificazione del terreno. Sperienze di Lawes e Gilbert. Sperienze di Boussingault. Terricciati* . . . . . » 98
§ 23. *Le coltivazioni ameliorantì. Incertezza delle analisi chimiche del terreno* . . . . . » 105
§ 24. *Memoria di P. Thenard sulle condizioni di fertilità delle terre.* . . . . . » 107
§ 25. *Scelta de' materiali nutritivi. Perchè le piante non abbiano escrementi. La scelta avviene soltanto in concorso de' materiali terrestri. — Sperienze di Bouchardat. — Traspirazione e trasudamenti. — Nella nutrizione vegetale nessuna sostanza è più importante d'un'altra* . . . . . » 117
§ 26. *Le radici funzionano come uno stomaco rovesciato. Relazione fra succhiatoj e foglie* . . . . . » 126
§ 27. *Obbiezioni alla nuova teoria* . . . . . » 132

§ 28. *Ufficio dell' acido carbonico nella germinazione e nel germogliamento* . . . . . Pag. 133

§ 29. *Le piante, quando maturano il frutto e quando deperiscono, elaborano in parte i loro proprj materiali — Applicazioni pratiche* . . . . . » 145

§ 30. *Cause che influiscono sull' assorbimento dell' acido carbonico. — Il Clima, ossia la temperatura e l' umidità. — Influenza della preparazione e del volume dell' alimento. — Esseri parassiti* . . . . . » 149

§ 31. *Conseguenze di quanto fu già esposto. — Come finora sia spiegato il corso de' succhj e l' aumento dei vegetali — Duhamel, Dupetit-Thouars, Gaudichaud, Mirbel, A. de Jussieu, Raspail* . . . . . » 164

§ 32. *Il succhio discendente non è quello che fornisce l' umor plastico. L' umor divien capace d' assimilazione dopo la respirazione, è nutritivo dopo l' assimilazione. Argomenti coi quali vorrebbesi provare essere plastico l' umor discendente. Limite di vegetazione dovuto alla possibilità d' assorbir acido carbonico. Causa probabile del primo risvegliarsi della vegetazione* . . » 169

§ 33. *Il succhio ascendente è il succhio nutritivo. Diverse opinioni sulle parti che invade nel suo corso. — Modo d' aumento delle cellule; come spieghi l' andamento del succhio e l' aumento del legno. — Opinione erronea del Raspail* . . . . . » 179

§ 34. *Prove desunte da alcune pratiche che il sugo nutritivo è l' ascendente. — Effetti della potatura, piegatura, torsione, incisione, decorticazione, legatura, frattura. — I chiodi, le caviglie, e l' inserzione dei rami* . . . . . » 186

§ 35. *Aumento de' vegetali desunto dalla struttura ed aumento delle cellule. — Gemme, bulbi, tuberi, gemme, gemme avventizie; embrioni fissi, visibili e latenti; embrioni liberi. — Ufficio probabile delle foglie che accompagnano le gemme. — Somiglianza di struttura fra le parti sotterranee e le aree. — Prima vegetazione de' bulbi, delle talee e delle gemme.* . . . » 197

Digitized by Google

§ 36. *Come debbasi considerare l'innesto. — Gemma innestata paragonabile a gemma propria del legno. — Condizioni di riuscita dell'innesto. — Considerazioni sull'innesto. — Piante parassite paragonabili alla gemma innestata. — Le gemme appena innestate e le piante parassite esercitano la scelta sulla pianta soggetto come se funzionassero nel terreno. — Ogni gemma fa da sè* . . . . . Pag. 205

§ 37. *Che sia la corteccia. Le fibre corticali sono fibre radicali* . . . . . , ... » 215

§ 38. *Differenza fra gemma da legno e gemma da fiore. — La gemma da fiore è sempre una gemma parassita.* » 223

§ 39. *Differenza fra le monocotiledoni e le dicotiledoni. — Funzioni fisiologiche identiche. — Durata delle piante desunta dalla diversa loro struttura. — Quali siano le piante acotiledoni.* . . . . . » 226

CONCLUSIONE . . . . . » 235

005300132